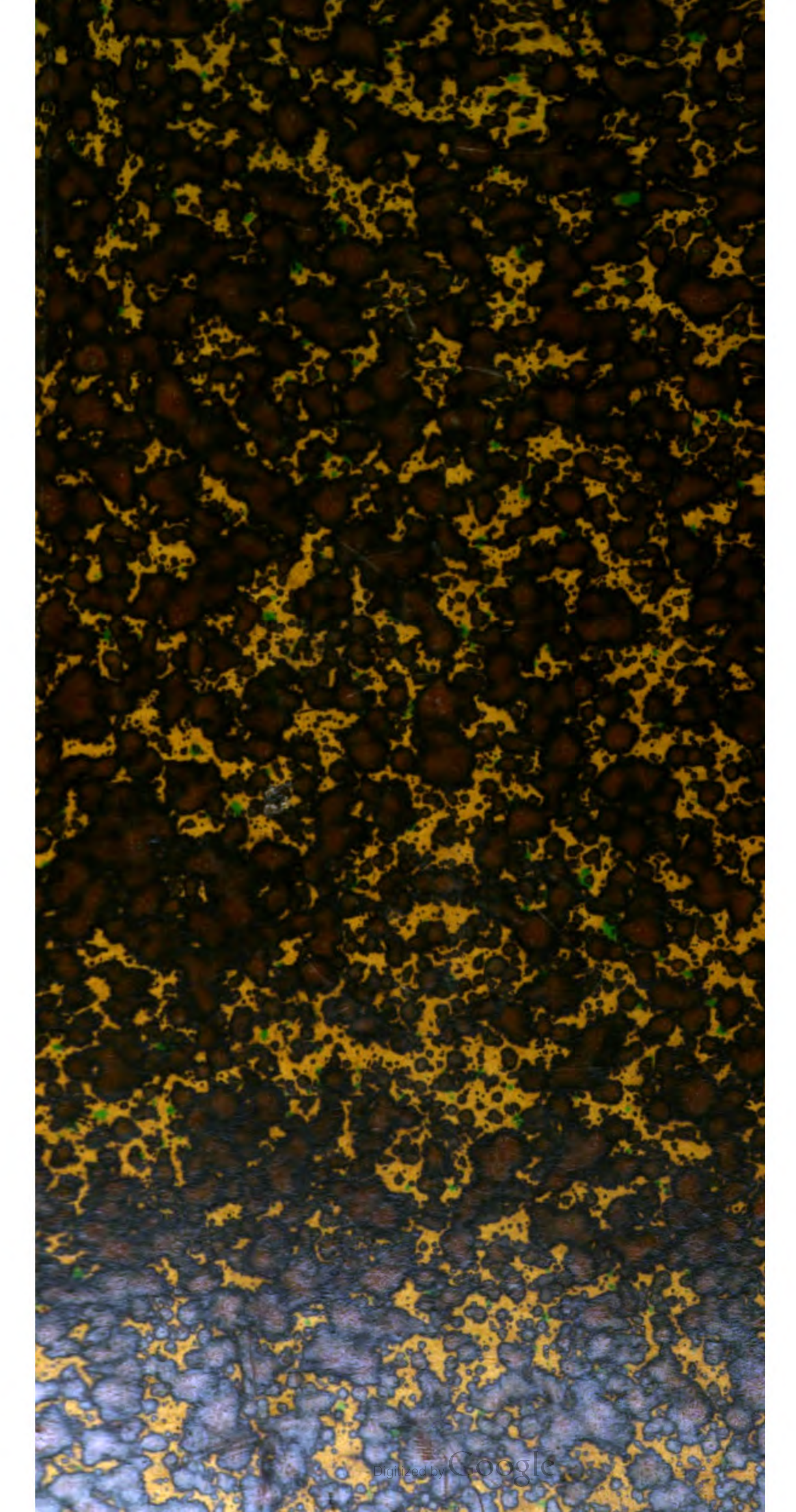
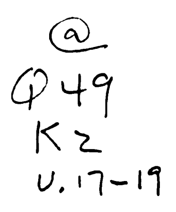





I WOULD FOUND AN INSTITUTION WHERE
ANY PERSON CAN FIND INSTRUCTION IN ANY STUDY

VERHANDLUNGEN
DES
NATURWISSENSCHAFTLICHEN
VEREINS
IN
KARLSRUHE.

SIEBZEHNTER BAND.

1903—1904.

—> MIT 5 TAFELN. <—

KARLSRU
DRUCK DER G. BRAUN'SCHEN
1904.



INHALT.

Sitzungsberichte.

Abhandlungen.

Jahresbericht.

Im Vereinsjahr 1903/04 haben 17 Sitzungen stattgefunden, in welchen 19 Vorträge gehalten wurden; von diesen haben je drei ein chemisches, physikalisches, geophysikalisches und zoologisches, zwei ein allgemein naturwissenschaftliches und je ein einer anthropologisches, geodätisches, geographisches, medizinisches und mineralogisches Thema behandelt. Der Besuch der Versammlungen ist ein besonders lebhafter gewesen; mehrmals waren so viele Mitglieder anwesend, daß das gewöhnliche Vortragslokal — der kleine Saal der Gesellschaft Museum — knapp ausreichte. Wenn man von einem Abend absieht, der so stark besucht war, daß eine Zählung nicht möglich war, so sind durchschnittlich 60 Mitglieder anwesend gewesen, eine Zahl, die in früheren Jahren weitaus nicht erreicht worden ist.

Gemeinsam mit anderen wissenschaftlichen Vereinigungen hat der Naturwissenschaftliche Verein eine Sitzung veranstaltet, in welcher Herr Leo Erichsen über Hypnotismus und Suggestion unter Vorführung von Experimenten vorgetragen hat; außerdem sind in dankenswerter Weise die Vereinsmitglieder zu zwei Vorträgen, welche die Abteilung Karlsruhe der Deutschen Kolonialgesellschaft veranlaßt hat, und zu einem Vortrag, der im Auftrag des badischen Landesausschusses des Deutschen Flottenvereins gehalten wurde, eingeladen gewesen.

Ehrungen. Dem Ehrenmitgliede und früheren langjährigen Schriftführer, Herrn Geh. Hofrat Prof. Dr. Meidinger, welcher sein 50jähriges Doktorjubiläum feiern konnte, wurde eine besondere Ehrung in öffentlicher Sitzung, der 606., zuteil. An der Jubelfeier des Schlesischen Vereins für vaterländische Kultur in

Breslau, die im Dezember 1903 auf 100 Jahre gedeihlicher Arbeit zurückblicken konnte, beteiligte sich der Verein mit einem Glückwunschtelegramm.

Die Erdbebenkommission des Vereins, welche sich seit vielen Jahren die Aufgabe gestellt hat, die im Lande auftretenden Erdbeben zu erforschen, ist in den beiden letzten Jahren in ein wichtiges Stadium ihrer Entwicklung getreten. Ein namhaftes Vermächtnis gab ihr die Möglichkeit, einen längst gehegten Wunsch, selbstaufzeichnende Apparate aufzustellen, zur Ausführung zu bringen. Die Anregung dazu war von dem früheren Vorsitzenden der Kommission, Herrn Professor Futterer gegeben worden; nachdem er wegen Erkrankung zurückgetreten war, hat sein Nachfolger, Herr Geh. Hofrat Haid im Zusammenarbeiten mit Herrn Professor Leutz die Ausführung übernommen. Nach sorgfältiger Erwägung ist beschlossen worden, vorerst zwei Rebeursche Horizontalpendel in der von Dr. Hecker in Potsdam ausgearbeiteten Form anzuschaffen und entsprechend dem vom ersten internationalen seismologischen Kongreß in Straßburg 1901 gutgeheißenen Plan eines davon in Karlsruhe oder dessen Umgebung, das andere in Freiburg aufzustellen. Ein am Fuße des Turmberges bei Durlach vom Altertumsverein aufgefundener und teilweise näher untersuchter Schacht wurde weiter ausgebaut; es steht zu erwarten, daß der Apparat noch im Laufe des Jahres 1904 aufgestellt werden kann. Ein am Schloßberge in Freiburg bestehender alter Schacht ist zur Aufnahme des zweiten Apparates ausersehen. Zum Zwecke des Vergleiches und zur Einübung sind beide Apparate vorläufig im Keller des Aulabaues der Technischen Hochschule aufgestellt.

In früheren Jahren hatte die ehemalige badische meteorologische Zentralstation sich der Mühe unterzogen, die Beobachtungen über die vorkommenden Erdbeben zu sammeln; diese Aufgabe hat dann, nachdem sie im Jahre 1882 aufgehoben worden war, ihre Nachfolgerin: das Zentralbureau für Meteorologie und Hydrographie übernommen. Nach dem Tode ihres langjährigen Vorsitzenden, des Geh. Hofrates Professor Dr. Knop, hatte sich die Erdbebenkommission aufgelöst; die Sammlung der Meldungen hat aber das Zentralburean weiter besorgt und hat auch deren Verarbeitung veranlaßt. Erst im Jahre 1896 nach der Berufung des Herrn Professor Futterer auf den Lehrstuhl der Geologie

und Mineralogie der Technischen Hochschule ist es geglückt, die Erdbebenkommission wieder ins Leben zu rufen und sie hat seitdem die Leitung des Meldedienstes besorgt. Bei ihren Arbeiten hat sich die Kommission der dankenswerten Unterstützung der Oberpostdirektionen in Karlsruhe und Konstanz, des Verwaltungszweiges des Wasser- und Straßenbaues und der Forstämter zu erfreuen. Es ist die Einrichtung getroffen, daß bei diesen Behörden, zum Teil auch bei deren Unterorganen, die von Herrn Professor Futterer eingeführten ausführlichen Fragebogen zur Verteilung in gegebenem Falle aufliegen. Entsprechend den bei der Hauptstation für Erdbebenforschung in Straßburg benützten Karten sind erstmals Fragedoppelkarten anläßlich des Erdbebens vom 22. März 1903 verwendet worden.

Mit Genehmigung der Großh. Staatsregierung ist der Vertreter der Geodäsie an der Techn. Hochschule, Herr Geh. Hofrat Dr. Haid, der zugleich Vorsitzender der Erdbebenkommission ist, in das Kuratorium der Kaiserl. Hauptstation für Erdbebenforschung in Straßburg eingetreten; er hat sowohl an dessen Beratungen, als an denen des zweiten internationalen Seismologenkongresses teilgenommen.

Rechnungsführung.

A. Kassenstand im Berichtsjahre 1903—1904.

Einnahmen.

Kassenrest vom Vorjahre		ℳ 1 643,03	
Mitgliederbeiträge			
3 rückständige vom Vorjahre	ℳ 15,00		
von 221 Mitgliedern	„ 1 105,00		
		„ 1 120,00	
Zinsen, Kontokorrent-Zinsen	ℳ 1 224,45		
ab bezahlte Stückzinsen	„ 6,70		
		„ 1 217,75	
Für verkaufte Verhandlungen		„ 48,00	
Ausgeloste Obligationen		„ 300,00	
			ℳ 4 328,78
Übertrag der Einnahmen			ℳ 4 328,78

Übertrag der Einnahmen . .		ℳ. 4 328,78

Ausgaben.

Bureaukosten, Porto	ℳ. 419,34	
Steuern	„ 1,89	
Lokalmiete	„ 66,00	
Drucksachen	„ 1 076,40	
Für Vorträge	„ 337,63	
Für Zwecke der Erdbebenforschung . .	„ 617,89	
Ankauf eines Wertpapieres	„ 1 014,40	
		„ 3 533,55
Kassenrest am 13. Mai 1904		ℳ. 795,23

B. Vermögensstand.

Wertpapiere	ℳ. 34 442,86
Kassenrest	„ 795,23
	ℳ. 35 238,09
Vermögensstand am 16. Mai 1902	„ 35 385,89
somit Verminderung . .	ℳ. 147,80

Büchersammlung.

Der Verein steht zurzeit in Tauschverkehr mit 170 Gesellschaften, Instituten und Akademien; neu hinzugekommen sind im Berichtsjahre:

Institute of Arts and Sciences in Brooklyn,
Astrophysikalisches Observatorium auf dem Königstuhl bei Heidelberg,
Bayerische Botanische Gesellschaft zur Erforschung der heimischen Flora in München.
Naturwissenschaftliche Gesellschaft in Winterthur.

Dem Verein sind während des Berichtsjahres 1903—1904 die nachstehenden Druckschriften — 221 Einzelsendungen — zugegangen.

A. Von Behörden, Instituten und Vereinen.

Annaberg-Buchholz. Verein für Naturkunde. 11. Bericht, 34.—38. Geschäftsjahr (1898—1903). Annaberg 1903.

Basel. Naturforschende Gesellschaft. Verhandlungen. Band 15, Heft 2. Basel 1904.

Bergens Museum. Aarbog 1903. 1. u. 2. Heft. Bergen 1903.
— An account of crustacea of Norway. Vol. V, Part. 1, 2. Bergen 1903.

Berlin. Botanischer Verein für die Provinz Brandenburg. Verhandlungen. 45. Jahrg. 1903. Berlin 1904.
— Deutsche Geologische Gesellschaft. Zeitschrift. 54. Band, 3. u. 4. Heft; 55. Band, 1.—3. Heft.

Bonn. Naturhistorischer Verein etc. Verhandlungen. 59. Jahrg. 1902. 2. Hälfte. 60. Jahrg. 1903. 1. u. 2. Hälfte.
— Niederrheinische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. Sitzungsberichte 1902, 2. Hälfte; 1903, 1. u. 2. Hälfte.

Boston. American Academy of Arts and Sciences. Proceedings. Vol. 38, No. 5—26; Vol. 39, No. 1—15.

Braunschweig. Verein für Naturwissenschaften. 9. Jahresbericht für die Vereinsjahre 1893/94 und 1894/95. Braunschweig 1903; 13. Jahresbericht für die Vereinsjahre 1901/02 und 1902/03. Braunschweig 1904.

Bremen. Naturwissenschaftlicher Verein. Verhandlungen. 17. Band, 3. Heft. Bremen 1903.

Breslau. Schlesische Gesellschaft für vaterländische Kultur. 80. Jahresbericht 1902. Breslau 1903.

Brooklyn. Institute of Arts and Sciences. Cold Spring Harbor Monographs. 1. The beach fly: Talorchrestia longicornis. The colembola of Cold Spring Beach, with special reference of the movement of poduridae. Brooklyn 1903.

Brünn. Naturhistorischer Verein. Verhandlungen. 40. Band 1901. Brünn 1902; 41. Band 1902. Brünn 1903. — 21. Bericht der meteorologischen Kommission. Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen im Jahre 1901. Brünn 1903.

Bruxelles. Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux Arts. Bulletins. 1903 No. 3—12; 1904 No. 1 u. 2.
— Annuaire 1904. 70. année. Bruxelles 1904.
— Société Royale de Botanique de Belgique. Bulletin. Tome 40. Bruxelles 1903.
— Société Malacologique. Annales. Année 1901, 1902. Bruxelles 1902.

Chapel Hill. Elisha Mitchell Scientific Society. Journal. Vol. 19, Part. 1. u. 2.; Vol. 20, Part. 1.

Chemnitz. Naturwissenschaftl. Verein. 15. Bericht, umfassend den Zeitraum vom 22. Okt. 1899 bis 30. Sept. 1903. Ch. 1904.

Cherbourg. Société nationale des sciences naturelles et mathématiques. Mémoirs. Tome 33. 1er fasc. Cherbourg 1902.

Christiania. Universitätsbibliothek. Den Norske Sindssygelogioning. Fordäsniger. Kristiania 1901.

Cincinatti. Lloyd Library. Bull. 6. Reproduction Series No. 3: Materia medica americana potissimum regni vegetabilis. Erlangae 1787. — Mycological notes. No. 10—14.

Cordoba. Academia Nacional de Ciencias. Boletin. Tomo 17, entr. 2a, 3a. Buenos Aires 1902 u. 1903.

Dar-es-Salâm. Kais. Gouvernement. Berichte über Forst- und Landwirtschaft in Deutsch-Ostafrika. 1. Band, 6. u. 7. Heft; 2. Band, 1. u. 2. Heft. Heidelberg 1903 u. 1904.

Dresden. Naturwissenschaftliche Gesellschaft Isis. Sitzungsberichte u. Abhandlungen. Jahrg. 1901, Juli bis Dez; Jahrg. 1902, 1903.

Emden. Naturforschende Gesellschaft. 87. Jahresbericht für 1901/02. Emden 1903.

Erlangen. Physiologisch-medizinische Societät. Sitzungsberichte. 34. Heft. Erlangen 1903.

Florenz. Biblioteca nationale. — Livini. Intorno alla struttura della trachea. Firenze 1897. — Goleotti e Polverini. Sui primi 175 casi di peste bubbonica trattati nel 1898 in Bombay col serio preparato nel Laboratorio di Patologia Generale di Firenze. Firenze 1898. — Mattirolo. Cenni cronologici sugli orti botanici di Firenze. Firenze 1899.

Frankfurt a. M. Physikalischer Verein. Jahresbericht für das Rechnungsjahr 1901—1902. Frankfurt a. M. 1903.

— Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft. Bericht 1903.

Frankfurt a. O. Naturwissenschaftlicher Verein Helios. 20. Band. Berlin 1903.

Freiburg i. B. Naturforschende Gesellschaft. Berichte. 13. Band. Freiburg i. B. 1903.

Graz. Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark. Mitteilungen. Jahrg. 1902. Graz 1903.

Greifswald. Geographische Gesellschaft. 8. Jahresbericht. 1900—1903. Greifswald 1904.

Halifax. Nova Scotian Institute of Natural Science. Proceedings and Transactions. Vol. 10, Part. 4. Halifax 1903.

Halle. Verein für Erdkunde. Mitteilungen 1903. Halle 1903.
— Kais. Leop.-Karol.-Akademie der Naturforscher. Leopoldina. Heft 38, No. 4, 6—8; Heft 39, No. 1, 8, 11; Heft 40, No. 2.

Hamburg. Naturwissenschaftlicher Verein. Verhandlungen. 3. Folge. 10. Heft. Hamburg 1903; 11. Heft. Hamburg 1904. — Abhandlungen aus dem Gebiet der Naturwissenschaften. 18. Band. Hamburg 1903.

Hamilton (Can.) Association. Journal and Proceedings. Session 1902—1903. No. 9.

Hanau. Wetterauische Gesellschaft für die gesamte Naturkunde. Bericht über den Zeitraum vom 1. April 1899 bis 30. September 1903. Hanau 1903.

Heidelberg. Naturhistorisch-Medizinischer Verein. Verhandlungen. 7. Band. 3. u. 4. Heft. Heidelberg 1904.

Heidelberg-Königstuhl. Großh. Sternwarte, Astrometrisches Institut. Mitteilungen II. Karlsruhe 1903.

Innsbruck. Naturwissenschaftlich-Medizinischer Verein. Berichte. 28. Jahrg. 1902/03. Innsbruck 1903.

Karlsruhe. Landesgartenbauverein. Der Gartenfreund. Jahrg. 1902, 1903, 1904 Jan. bis Mai.

Kassel. Verein für Naturkunde. Abhandlungen und 48. Bericht über das Vereinsjahr 1902—1903. Kassel 1903.

Kiel. Naturwissenschaftlicher Verein für Schleswig-Holstein. Schriften. Band 12. 2. Heft. Kiel 1902.

Königsberg. K. Physikalisch-Ökonomische Gesellschaft. Schriften. 43. Jahrg. 1902. Königsberg 1902.

Lausanne. Société Vaudoise des Sciences Naturelles. Bulletin des séances. Vol. 39. No. 146—148. — Observations météorologiques faites au Champ de l'air. Tableaux mensuels. Année 1902.

Lawrence (Kansas). University of Kansas. Bulletin, Vol. X, No. 4. — Science Bulletin. Vol. I, No. 9—12; Vol. II, No. 1—9.

Leipa. Nordböhmischer Exkursionsklub. Mitteilungen. 26. Jahrg., 2.—4. Heft; 27. Jahrg.

Marburg. Gesellschaft zur Förderung der gesamten Naturwissenschaften. Sitzungsberichte. Jahrg. 1902 u. 1903. — Schriften. Band 13. 5. Abteilung. Marburg 1904.

Marseille. Faculté des Sciences. Annales. Tome XII. Paris 1903.

Mexico. Instituto Geológico. Parergones. Tomo I, No. 1.
— Observatorio Meteorológico Magnetico Central. Boletin Mensual. April, Mai 1902.
— Observatorio Astronómico Nacional de Tacubaya. Anuario 1904. Año 24. Mexico 1903. — Informe sobre los trabajos desde 1° de Enero de 1902 à 30. de Junio de 1903. Mexico 1903.

Milwaukee. Public Museum. Annual Report. Sept. 1. 1902 —Aug. 31. 1903. Milwaukee 1903.
— Wisconsin Natural History Society. Bulletin. Vol. 3. No. 1, 2, 3.

Missoula. University of Montana. Bull. 10: A biological reconnaissance in the vicinity of Flathead Lake. Missoula 1902. — Bull. 17: Some volcanic ash beds of Montana.

Montevideo. Museo Nacional. Anales. Tomo IV. S. 29—154; Tomo V: Flora Uruguaya Tomo II. Montevideo 1902.

München. Königl. Akademie der Wissenschaften. Sitzungsberichte der mathem.-physik. Klasse. 1903. Heft 1—5.
— Ornithologischer Verein. 3. Jahresbericht für 1901 u. 1902. München 1903.
— Bayer. Botanische Gesellschaft zur Erforschung der heimischen Flora. Mitteilungen. No. 37; Berichte, Band IX. München 1904.

Nancy. Société des Sciences. Bulletin. Série III. Tome III. Fasc. II—IV; Tome IV, Fasc. I, II.

Neuchatel. Société des Sciences Naturelles. Bulletin. Tome 28, Année 1899—1900. Neuchatel 1900.

New-York. American Museum of Natural History. Bulletin. Vol. 16, 1902. New-York 1902; Vol. 19, 1903. New-York 1903. — List of papers published in the Bulletins and Memoirs. Vol. 1—16, 1881—1902. New-York 1902. — Annual Report for the year 1902.

Nürnberg. Naturhistorische Gesellschaft. Abhandlungen, 15. Band, 1. Heft (Jahresbericht für 1902). Nürnberg 1903.

Osnabrück. Naturwissenschaftlicher Verein. 15. Jahresbericht für die Jahre 1901 u. 1902. Osnabrück 1903.

Ottawa. Geological Survey of Canada. Annual Report Vol. 12, 1899. Ottawa 1902. — (Karte von) Manitoba 1 : 792 000. Catalogue of Canadian birds. Part. II. Ottawa 1903. — Geological sheets No. 42—48, 56—58. Nova Scotia. — Altitudes in the Dominion of Canada with a relief map ot Northern America. Ottawa 1901.

Ottawa. Department of the Interior. Maps of Assiniboia, Saskatchewan, Alberta, Lake Louise, Banff.

Pará. Museu. Boletin. Vol. III. No. 3 e 4. Para 1903.

Philadelphia. Academy of Natural Sciences. Proceedings. Vol. 54, Part. III; Vol. 55, Part. I, II.

Pisa. Società Toscana di Scienze Naturali. Atti. Vol. 19, Vol. 14, No. 1, 2; Atti. Proc. Verb. Vol. 13; Adunanza del 5. Luglio 1903.

Prag. Deutscher Naturwissenschaftl.-medizinischer Verein Lotos. Sitzungsberichte. Jahrg. 1902. 22. Band. Prag 1903.

— K. Böhm. Gesellschaft der Wissenschaften. Sitzungsberichte 1903. Prag 1904. — Jahresbericht für das Jahr 1903. Prag 1904.

Regensburg. Naturwissenschaftlicher Verein. Berichte. 9. Heft für die Jahre 1901 u. 1902. Regensburg 1903.

Reichenberg. Verein der Naturfreunde. Mitteilungen. 33. Jahrg. Reichenberg 1902; 34. Jahrg. Reichenberg 1903.

Rennes. Université. Travaux scientifiques. Tome I, Fasc. II—III; Tome II, Fas. I, II.

Roma. R. Accademia dei Lincei. Atti. Vol. 12, Fasc. 9—12. 1° sem; Vol. 12, Fasc. 1—12, 2° sem; Vol. 13, Fasc. 1—7. 1° sem. — Atti. Rendiconto dell'adunza solenne del 2, Giugno 1901; desgl. 1. Giugno 1902; desgl. 7. Giugno 1903.

— R. Comitato Geologico d'Italia. Bollettino. Anno 1902, No. 4; Anno 1903. No. 1—4.

St. Gallen. Naturwissenschaftliche Gesellschaft. Jahrbuch für das Vereinsjahr 1901—1902. St. Gallen 1903.

Sion. Murithienne. Bulletin. Fasc. 32. Année 1903. Sion 1903.

Stockholm. Entomologiska Föreningen. Entomologiska Tidskrift 1903, Häfte 1—4.

Stuttgart. Verein für Vaterländische Naturkunde. Jahreshefte. 59. Jahrg. Stuttgart 1903. — Verzeichnis der mineralogischen, geologischen, urgeschichtlichen und hydrologischen Litteratur von Württemberg, Hohenzollern und den angrenzenden Gebieten. Nachträge zur Literatur von 1901 u. 1902. Stuttgart 1903.

Sydney. Australian Museum; Records. Vol. 4, No. 8; Vol. 5, No. 1—3. — Report of the Trustees for the year 1902.

— Royal Society of New South Wales. Journal and Proceedings. Vol. 36, 1902. Sydney 1902.

Sydney. Australian Association for the Advancement of Science. Report of the ninth meeting held at Hobart, Tasmania 1902. Hobart.

Tokio. Zoological Society. Annotationes zoologicae japonenses. Vol. IV, Part. 5; Vol. V, Part. 1.

Ulm. Verein für Mathematik und Naturwissenschaften. Jahreshefte. 11. Jahrg. Ulm 1903.

Washington. National Academy of Sciences. Memoirs. Vol. 8. Washington 1902.

— Smithsonian Institution. Annual Report for the year ending 30. June 1900. Washington 1903; desgl. 1902. Washington 1903; desgl. 1900. — Report of the U. S. National Museum. Washington 1902.

Wien. K. Akademie der Wissenschaften. Anzeiger 1903, No. 10—20, 23—27; 1904, No. 1—9. — Mitteilungen der Erdbebenkommission der Akademie. No. 13, 14, 17.

— K. K. Naturhistorisches Hofmuseum. Annalen. Band 18, No. 1—4.

— K. K. Geologische Reichsanstalt. Jahrbuch 1902. 52. Band, 2.—4. Heft; 1903. 53. Band, 1. Heft. — Verhandlungen. 1903, No. 5—18; 1904, No. 2—4.

Wiesbaden. Nassauischer Verein für Naturkunde. Jahrbücher. Jahrg. 56. Wiesbaden 1903.

Winterthur. Naturwissenschaftliche Gesellschaft. Mitteilungen. 1.—4. Heft. Winterthur 1899, 1900, 1902, 1903.

Würzburg. Physikalisch-Medizinische Gesellschaft. Sitzungsberichte. 1902, No. 1—6; 1903, No. 1—8.

Zürich. Naturforschende Gesellschaft. Vierteljahrsschrift. 47. Jahrg. 1902, 3. u. 4. Heft; 48. Jahrg. 1903, 1.—4. Heft.

B. Vom Verfasser:

Futterer, Dr. K. Durch Asien. Band 3. Lieferung 1 u. 3. Berlin 1903.

— Der Peschan als Typus der Felsenwüste. Sonderabdruck.

— Geographische Skizze der Wüste Gobi zwischen Hami und Sutschôu. Geographische Skizze von Nordosttibet. Sonderabdruck.

Hallock-Greenwalt, Mary. Pulse and rythm. Sonderabdruck.

Vorstand.

Der Vorstand hat im Berichtsjahre aus den Herren

1. Geheimerat Prof. Dr. Engler, als Vorsitzenden,
2. Geh. Hofrat Prof. Dr. Lehmann, als Stellvertreter des Vorsitzenden.
3. O. Bartning, als Kassier,
4. Geheimerat Dr. Battlehner,
5. Prof. Dr. Futterer,
6. Geheimerat Oberbaudirektor Honsell,
7. Direktor P. Treutlein

bestanden.

In der Mitgliederhauptversammlung vom 13. Mai 1901 ist zum Kassier Herr Geh. Hofrat Dr. Bunte gewählt worden.

Die Geschäfte des Schriftführers, des Redakteurs der Vereinsverhandlungen und des Bibliothekars hat Prof. Dr. Schultheiss besorgt.

Bewegung unter den Mitgliedern.

Neu eingetreten sind im Verlaufe des Vereinsjahres die Herren Amtmann Dr. Cadenbach, Prof. H. Cramer, Kriegsgerichtsrat Dr. Dähn, Lehramtspraktikant Dr. Dinner, Tiermaler Fikentscher, Landgerichtsrat Dr. Glock, Domänenrat Gräff, Prof. R. Graßmann, Forstrat Gretsch, prakt. Arzt Dr. Hartz, Assistent Dr. Helbig, Hochbauinspektor H. Hemberger, Maschineninspektor Joos, Amtmann Dr. Klotz, Assistent Dr. Knoche, Oberförster Köhler, prakt. Arzt Dr. Krieger, Seminarlehrer Dr. Lay, Assistenzarzt Dr. Ludwig, Lehramtspraktikant Paul Mayer, Direktor des Konservatoriums Ordenstein, Architekt Peter, Buchhändler Pezoldt, Seminarlehrer Th. Reinfurth, Direktor Dr. Richter, Kaufmann W. Sachs, Legationssekretär Schwörer, Postrat Spranger, Assistenzarzt Dr. Spuler, Generalarzt Dr. Timann, Chemiker Dr. Vogel, Reallehrer Vogt, Medizinalrat Ziegler.

Durch den Tod hat der Verein die Herren Exzellenz Freiherr von Edelsheim und Chemiker Dr. Kaufmann verloren.

Ausgetreten sind meist infolge von Wegzug die Herren Prof. Dr. Blankenhorn, Prof. Hübler, Oberamtmann Jakob, Geh. Hofrat Dr. Schenk, Geologe Dr. Wiegers.

Der Verein hat am Schlusse des Vereinsjahres 237 Mitglieder gezählt.

Mitglieder-Verzeichnis
(nach dem Stand vom 1. Mai 1904).

a. Ehrenmitglieder.

Die Herren:
Meidinger, Professor Dr., Geh. Hofrat in Karlsruhe (1901).
Moritz, Dr. A., Staatsrat in Dorpat (1864).
Struve, O. von, Russ. Wirkl. Geheimerat in Karlsruhe, Exzellenz (1899).

b. Korrespondierendes Mitglied.

Herr R. Temple, Schriftsteller in Buda-Pest.

*c. Mitglieder.**

Alberti, Dr., Augenarzt (1902).
Albicker, Karl, Apotheker (1902).
Allers, H., Zahntechniker (1899).
Ammon, Dr. Otto, Schriftsteller (1883).
Arnold, Dr. Em., Assistent für Chemie an der Technischen Hochschule (1903).
Arnold, Eng., Hofrat, Professor der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule (1895).
Auerbach, Dr., Assistent für Zoologie am Gr. Naturalienkabinet und Privatdozent an der Technischen Hochschule (1903).
Babo, Freiherr von, Baurat (1902).
Bartning, O., Rentner (1882).
Battlehner, Dr. F., Geheimerat (1866).
Battlehner, Dr. Th., Oberarzt am städt. Krankenhaus (1898).
Bauer, Dr. K. Ludwig, Professor am Realgymnasium (1902).
Becker, Gustav, Oberkriegsgerichtsrat (1902).
Beeg, H., Fabrikdirektor in Durlach (1902).
Behm, O., Mechaniker (1889).
Behrens, Prof. Dr. J., Vorstand der Landw. Versuchsanstalt in Augustenberg bei Grötzingen (1902).
Benckiser, Dr. A., Hofrat, prakt. Arzt (1890).
Benckiser, Dr. W., Oberamtsrichter (1899).
Benoit, G., Professor des Maschinenbaues an der Technischen Hochschule (1902).
Berberich, Dr. A., prakt. Arzt (1897).

* Die beigefügten Zahlen bedeuten das Jahr der Aufnahme.



Böhm, Dr. F., Ministerialrat (1899).
Bongartz, Dr. A., prakt. Arzt (1896).
Brauer, E., Hofrat, Professor der theoretischen Maschinenlehre an der Technischen Hochschule (1893).
Brian, Dr. E., Medizinalrat (1895).
Brode, Dr. J., Assistent für phys. Chemie an der Technischen Hochschule (1901).
Buch, H., Ministerialrat (1899).
Bürgin, J., Obergeometer an der Technischen Hochschule (1894).
Buhl, Dr. H., Fabrikant in Ettlingen (1899).
Bunte, Dr. H., Geh. Hofrat, Professor der chemischen Technologie an der Technischen Hochschule (1888).
Buri, Theod., Assistent am mineralog. Institut der Technischen Hochschule (1903).
Cadenbach, Dr., Amtmann (1904).
Carl, Dr., Schlachthaustierarzt (1901).
Cathiau, Dr. Th., Rektor der Gewerbeschule (1876).
Clauß, Dr. H. W., prakt. Arzt (1898).
Cramer, H., Professor am Realgymnasium (1903).
Dähn, Dr., Kriegsgerichtsrat (1904).
Delisle, R., Oberingenieur a. D. in Durlach (1886).
Dieckhoff, Dr. E., a. o. Professor der Chemie an der Technischen Hochschule (1880).
Dinner, Dr., Lehramtspraktikant.
Dittrich, Dr. Th., Privatier (1897).
Doederlein, G., Dr. Ing., Oberingenieur (1899).
Döll, G., Medizinal-Assessor (1875).
Dörr, J., Professor an der Realschule (1895).
Doll, Dr. K., prakt. Arzt (1890).
Dolletschek, Ed., Kaufmann (1877).
Drach, A., Oberbaurat und Professor an der Technischen Hochschule (1881).
Durler, J., Professor am Gymnasium (1899).
Eitel, Dr. K. H., Apotheker (1897).
Eitner, Dr. P., Laboratoriumsvorstand an der chemisch-technischen Prüfungs- und Versuchsanstalt, Privatdozent (1901).
Engler, Dr. K., Geheimerat, Professor der Chemie an der Technischen Hochschule und Direktor des chemischen Instituts (1876).

Eppenich, E., Civilingenieur (1902).

Fikentscher, Tiermaler in Grötzingen (1904).

Fink, Handelslehrer (1903).

Fischbach, Dr. E., prakt. Arzt (1895).

Fischer, Otto, Hoflieferant (1900).

Föhlisch, Dr. E., Fabrikinspektor (1900).

Frankenstein, Dr. W., Assistent an der Technischen Hochschule (1901).

Futterer, Dr. K., Professor der Mineralogie und Geologie an der Technischen Hochschule (1895).

Gelpke, Dr. Th., Augenarzt (1892).

Genter, Dr., prakt. Arzt (1902).

Gernet, K., General-Oberarzt a. D. (1875).

Glock, Dr., Landgerichtsrat (1904).

Glockner, B., Geheimerat, Direktor der Steuerdirektion (1878).

Goedecker, E., Ingenieur (1899).

Goffin, L., Privatmann (1879).

Gräbener, L., Hofgartendirektor (1880).

Gräfenhan, Dr. P., Professor am Kadettenkorps (1897).

Gräff, Domänenrat (1903).

Grashof, R., Professor am Gymnasium (1895).

Graßmann, R., Professor des Maschinenbaues an der Technischen Hochschule (1904).

Gretsch, Forstrat (1903).

Gutmann, Dr. K., prakt. Arzt (1894).

Gutsch, Dr. L., Medizinalrat, Spezialarzt für Chirurgie (1895).

Haaß, R., Prof., Laboratoriumsvorstand an der chemisch-technischen Versuchsanstalt (1875).

Haber, Dr. F., a. o. Professor der Chemie an der Technischen Hochschule (1896).

Hafner, Fr., Regierungsrat (1886).

Haid, Dr. M., Geh. Hofrat, Professor der Geodäsie an der Technischen Hochschule (1882).

Hart, J., Geheimerat, Professor des Maschinenbaues an der Technischen Hochschule (1870).

Hartz, Dr. A., prakt. Arzt (1904).

Hassenkamp, K., Rentner (1875).

Hauser, Dr. W., Obermedizinalrat (1898).

Hausrath, Dr. H., Professor der Forstwissenschaft an der Technischen Hochschule (1897).
Haußner, Dr. Rob., Professor der Mathematik und Oberbibliothekar an der Technischen Hochschule (1902).
Heinsheimer, Dr. F., prakt. Arzt (1902).
Heintze, Dr., Ministerialrat (1900).
Helbig, Dr. M., Assistent für Bodenkunde an der Technischen Hochschule (1903).
Helbing, Dr. P., prakt. Arzt (1896).
Hemberger, H., Hochbauinspektor (1904).
Hemberger, J., Hofbaudirektor a. D. (1880).
Henning, Th., Kommerzienrat (1896).
Heß, Geh. Oberpostrat und Oberpostdirektor a. D. (1901).
Hildebrandt, M., Geh. Oberfinanzrat (1881).
Hilger, Dr. K., wissensch. Hilfsarbeiter am Münzkabinet (1892).
Hoffmann, Dr. H., prakt. Arzt (1881).
Hoffmann, K., Major a. D. (1897).
Holzmann, A., Professor an der Oberrealschule (1893).
Homburger, Dr. Th., prakt. Arzt (1898).
Honsell, M., Geheimerat, Direktor des Wasser- und Straßenbaues, Professor des Wasserbaues an der Techn. Hochschule (1894).
Jahn, Dr. (1903).
Jahraus, W., Buchhändler (1899).
Joos, Gr. Maschineninspektor (1904).
Jourdan, Dr. J., prakt. Arzt (1894).
Ischler, O., Professor an der Realschule (1900).
Just, Dr., Assistent für phys. Chemie an der Technischen Hochschule (1903).
Kaiser, Dr. F., Medizinalrat (1889).
Karle, M., Professor am Gymnasium (1897).
Kast, Dr. H., a. o. Professor der Chemie an der Technischen Hochschule (1883).
Keller, K., Geh. Hofrat, Professor des Maschinenbaues an der Technischen Hochschule (1869).
Klein, Dr. L., Professor der Botanik an der Technischen Hochschule (1895).
Klein, L., Assistent an der chemisch-technischen Prüfungs- und Versuchsanstalt (1897).
Klotz, Dr., Amtmann (1904).

*

Knauer, Leonh., Reallehrer (1902).
Kneucker, A., Hauptlehrer (1902).
Knittel, Dr. A., Buchdruckereibesitzer (1902).
Knittel, Dr. R., Buchhändler (1895).
Knoche, Dr. E., Assistent für Zoologie an der Technischen Hochschule (1903).
Köhler, Oberförster in Bretten (1903).
Kölmel, Prof. Dr., in Baden.
Kohlhepp, Fr., Bezirkstierarzt (1886).
Kors, A. van der, Bankdirektor (1890).
Kreßmann, A. Th., Major a. D. (1875).
Krieger, Dr. M., prakt. Arzt in Königsbach (1904).
Kronstein, Dr. A., Assistent am chemischen Laboratorium der Technischen Hochschule (1896).
Krumm, Dr. F., Spezialarzt für Chirurgie (1897).
Künkel, K., Reallehrer in Ettlingen (1902).
Küster, E., Generalleutnant z. D., Exzellenz (1895).
Kund, Th., Wirkl. Geh. Kriegsrat (1903).
Kux, Dr. H., Chemiker (1899).
Lang, Dr. A., Professor am Realgymnasium (1897).
Lay, Dr., Seminarlehrer (1903).
Le Blanc, Dr. M., Professor der physikalischen Chemie und Elektrochemie an der Technischen Hochschule (1901).
Lehmann, Dr. O., Geh. Hofrat, Professor der Physik an der Technischen Hochschule (1890).
Lembke, Dr. E., prakt. Arzt (1894).
Leutz, F., Geh. Hofrat, Seminardirektor a. D. (1872).
Leutz, H., Professor am Realgymnasium (1895).
Levinger, Dr. F., prakt. Arzt (1895).
Lorenz, W., Kommerzienrat (1879).
Lüders, P., Ingenieur in Berlin (1895).
Ludwig, Dr., Assistenzarzt (1904).
Magenau, Ökonomierat in Augustenberg bei Grötzingen (1903).
Maier, E., Geh. Hofrat, Augenarzt (1871).
Marschalck, K. von, Major a. D. (1896).
Massinger, R., Professor an der Oberrealschule (1894).
May, Dr. W., Privatdozent für Zoologie (1899).
Mayer, Paul, Lehramtspraktikant (1904).
Mayer, Rud., Zinkograph (1893).

Meeß, Ad., Stadtrat (1899).

Meidinger, Dr. H., Geh. Hofrat, Vorstand der Großh. Landesgewerbehalle und Professor der technischen Physik an der Technischen Hochschule (1865). (Ehrenmitglied 1901).

Migula, Dr. W., a. o. Professor der Botanik und naturwissenschaftlichen Hygiene an der Technischen Hochschule 1891.)

Millas, K. de, Ingenieur (1893).

Molitor, Dr. E., prakt. Arzt (1894).

Müller, Dr. E., Chemiker, Georgsmarienhütte (1900).

Müller, Dr. L., Medizinalrat (1896).

Müller, Dr. U., Professor der Forstwissenschaft an der Technischen Hochschule (1893).

Muth, Dr., Privatdozent der Botanik an der Technischen Hochschule; Oppenheim (1902).

Näher, R., Baurat (1893).

Neumann, Dr. M., prakt. Arzt (1901).

Netz, F., prakt. Arzt (1893).

Nüßlein, Dr. J., Assistenzarzt (1900).

Nüßlin, Dr. O., Hofrat, Professor der Zoologie an der Technischen Hochschule (1878).

Oechelhäuser, Dr. A. von, Geh. Hofrat, Professor der Kunstgeschichte an der Technischen Hochschule (1898).

Ordenstein, Professor, Direktor des Konservatoriums (1903).

Paull, Dr. H., prakt. Arzt (1898).

Paravicini, Dr. R., Hilfsarbeiter im Ministerium des Innern (1903).

Peter, W., Architekt (1903).

Pezoldt, O., Buchhändler (1903).

Pfeil, Dr., Assistent am chemisch-technischen Institut der Technischen Hochschule (1901).

Platz, H., Fabrikdirektor (1902).

Reck, K. von, Freiherr, Geheimerat und Kammerherr (1869).

Rebmann, E., Oberschulrat (1902).

Rehbock, Th., Professor des Wasserbaues an der Technischen Hochschule (1900).

Reichard, Fr., Stadtbaurat, Direktor der städtischen Gas- und Wasserwerke (1892).

Reinfurth, Th., Seminarlehrer (1903).

Resch, Dr. A., prakt. Arzt (1888).
Richter, Direktor (1903).
Riehm, Verbandssekretär (1903).
Riffel, Dr. A., prakt. Arzt, a. o. Professor für Hygiene an der Technischen Hochschule (1876).
Risse, Dr. H., prakt. Arzt (1899).
Röder von Diersburg, Oberst z. D. und Kammerherr (1901).
Rosenberg, Dr. M., prakt. Arzt (1898).
Roth, Dr. K., prakt. Arzt (1897).
Rupp, G., Professor, Laboratoriumsvorstand an der Großh. Lebensmittelprüfungsstation (1899).
Sachs, W., Geh. Oberfinanzrat (1885).
Sachs, W., Kaufmann.
Schaaff, E., Privatier (1899).
Schellenberg, R., Finanzrat (1899)
Scheurer, K., Hofmechaniker und Optiker (1877).
Schleiermacher, Dr. A., Professor der theoretischen Physik an der Technischen Hochschule (1881).
Schmidt, Fr., Professor der wissenschaftlichen Photographie an der Technischen Hochschule (1892).
Scholl, Dr. Rol., a. o. Professor der Chemie an der Technischen Hochschule (1896).
Schultheiss, Professor Dr., Großh. Meteorologe (1886).
Schur, Dr. F., Professor der Geometrie an der Technischen Hochschule (1901).
Schwarzmann, Dr. M., Privatdozent für Mineralogie an der Technischen Hochschule und Assistent am Naturalienkabinet (1901).
Schweickert, M., Oberlehrer a. D. (1873).
Schwörer, P., Legationssekretär (1904).
Seneca, F., Fabrikant (1863).
Siefert, X., Oberforstrat, Professor der Forstwissenschaft an der Technischen Hochschule (1895).
Sieveking, Dr. H., Assistent an der Technischen Hochschule (1902).
Sievert, E., Major a. D. (1884).
Spranger, Postrat (1903).
Sprenger, A. E., Geh. Oberregierungsrat (1878).
Spuler, Dr. A., a. o. Professor der Anatomie in Erlangen (1897).
Spuler, Dr. R., Assistenzarzt (1903).

Stark, F., Professor an der Oberrealschule (1895).
Stein, H., Apotheker in Durlach (1896).
Steiner, Dr. A., prakt. Arzt (1896).
Sternberg, Dr. H., prakt. Arzt (1897).
Steude, Dr. M., Sekretär (1896).
Stoll, Herm., Forstpraktikant, Assistent an der Technischen Hochschule (1902).
Struve, O. von, Russ. Wirkl. Geheimerat, Exzellenz (1895). (Ehrenmitglied 1899.)
Suck, O., Hofphotograph (1897).
Teichmüller, Dr. J., a. o. Professor der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule (1899).
Tein, Dr. M. von, k. bayer. Bauamtmann (1888).
Timann, Dr., Generalarzt (1903).
Treutlein, P., Direktor des Realgymnasiums (1875).
Tross, Dr. O., prakt. Arzt (1893).
Vogel, Dr., Chemiker (1904).
Vogt, A., Reallehrer, Vorstand der städt. Handelsschule (1903).
Volz, H., Professor an der Akademie der bildenden Künste (1892).
Wacker, M., Professor am Realgymnasium (1897).
Wagner, Dr. E., Geheimerat, Konservator der Altertümer (1864).
Wagner, G., Privatier in Achern (1876).
Wagner, Leop., Prokurist in Ettlingen (1899).
Wallenberg, A. von, Generalmajor z. D. (1903).
Wedekind, Dr. L., Hofrat, Professor der Mathematik an der Technischen Hochschule (1876).
Weiler, Dr. A., Professor a. D. (1883).
Williard, A., Baurat a. D. (1895).
Wilser, Dr. L., in Heidelberg (1881).
Wittmer, K., Forstrat (1899).
Wöhler, Dr. Loth., Privatdozent und Assistent am chemischen Laboratorium der Technischen Hochschule (1898).
Wunderlich, Dr. H., prakt. Arzt (1896).
Zartmann, Dr. F., Privatmann (1899).
Ziegler, A., Medizinalrat (1903).
Ziegler, Dr. V., prakt. Arzt (1899).
Zimmermann, Fr., Maschineninspektor (1899).

Für die Redaktion verantwortlich:
Prof. Dr. Schultheiss.

Sitzungsberichte.

---

597. Sitzung am 29. Mai 1903.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 50 Mitglieder.

Im Physikalischen Hörsaal der Technischen Hochschule hielt Herr Geh. Hofrat Dr. Lehmann einen Vortrag über „Plastische, fließende und flüssige Krystalle".

Nach den herrschenden Molekulartheorien ist plastische Formänderung von Krystallen unmöglich, flüssige Krystalle sind undenkbar. Man betrachtet nämlich die Krystalle als regelmäßige Aggregate von Molekülen, deren physikalische Eigenschaften bestimmt sind durch die Art der Aggregation, ebenso wie die Eigenschaften der sogenannten drei „Aggregatzustände" eines Körpers (z. B. Eis, Wasser, Dampf) deshalb in außerordentlichem Maße von einander verschieden sind (obschon der Stoff der gleiche ist), weil die Moleküle in verschiedener Weise aggregiert sind. Unter Umständen tritt bei Krystallen eine Änderung der Aggregation der Moleküle (z. B. durch Änderung der Temperatur) ein. Rotes Quecksilberjodid geht z. B. durch Erhitzen in gelbes über, dieses verwandelt sich beim Abkühlen wieder in rotes. Rhombische Schwefelkrystalle erleiden beim Erhitzen eine plötzliche Änderung ihres Molekulargefüges, so daß sie nun dem monoklinen System zuzurechnen sind, beim Abkühlen klappt die neue Struktur gewissermaßen wieder um, es bildet sich die frühere Struktur zurück. Die Dichte, Härte, Lichtbrechung usw. solcher dimorpher Modifikationen zeigen sehr erhebliche Verschiedenheiten, insbesondere hinsichtlich Löslichkeit und Schmelzpunkt.

Die meisten Stoffe können außer in Krystallen auch in einer amorphen Modifikation auftreten, deren Eigenschaften nach allen Richtungen gleich sind, was man dadurch erklärt, daß amorphe

Körper als völlig regellose Molekularaggregate zu betrachten sind. Auch hier erweist sich die Art der Molekularaggregate bestimmend für die Eigenschaften. Amorpher Zucker z. B. ist weniger dicht, weniger hart, weniger stark lichtbrechend als krystallisierter; er hat nicht wie letzterer einen bestimmten Sättigungspunkt für die Lösung in Wasser.

Wäre plastische Form- und Strukturänderung von Krystallen möglich, wie sie namentlich die Wirbel beim „Fließen" bedingen würden, so müßte sie hiernach mit einer beträchtlichen Änderung der physikalischen Eigenschaften verknüpft sein, derartiges wurde aber nie beobachtet. Man schließt deshalb, daß in Fällen scheinbarer Plastizität von Krystallen, z. B. bei der Gletscherbewegung, bei der Verarbeitung von Metallen mit krystallinischem Gefüge und dergleichen, eine Änderung der Molekularstruktur nicht stattfindet, sondern lediglich eine Zertrümmerung in kleine Splitter, die aber sofort wieder verschweißen, und speziell beim Eis Schmelzen unter Druck und Wiedergefrieren beim Nachlassen desselben (Regelation). In einigen Fällen, z. B. beim Steinsalz, ist eine Verschiebung der Moleküle längs sogenannter Gleitflächen möglich, ohne daß sich die Molekularstruktur ändert, so daß eine Änderung der Eigenschaften ebenfalls nicht zu erwarten ist. In anderen Fällen, z. B. bei Kalkspath, kann der Druck eine Drehung der Moleküle bewirken, so daß der Krystall in einen Zwillingskrystall übergeht, ebenfalls ohne Änderung der Molekularstruktur.

Die Untersuchungen des Vortragenden haben nun ergeben, daß entgegen diesen bisherigen Auffassungen eine wahre Plastizität von Krystallen existiert, ja, daß es Krystalle von solcher Weichheit gibt, daß zwei derselben in Berührung gebracht zusammenfließen wie zwei Flüssigkeitstropfen und sofort wieder normale polyedrische Form annehmen (fließende Krystalle), ja, daß es sogar solche gibt, die nicht mehr fähig sind, polyedrische Form anzunehmen, sondern frei (z. B. in einer spezifisch gleichschweren Flüssigkeit) schwebend als vollkommen kugelrunde Tropfen auftreten (flüssige Krystalle). Bei solchen Krystalltropfen ist die Molekularanordnung an verschiedenen Stellen der Oberfläche sehr verschieden. Die Moleküle können an einzelnen Punkten eine Art Wirbel bilden, während sie an anderen Stellen, wie bei normalen Krystallen, parallel sind.

Wäre die dargelegte Auffassung zutreffend, so müßten an diesen verschiedenen Stellen die Eigenschaften, z. B. die Löslichkeit, verschieden sein. Das ist indes nicht im geringsten Maße der Fall und kann nicht der Fall sein, weil sich daraus ein Widerspruch gegen den zweiten Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie ergeben würde.

Der Vortragende kommt hierdurch zu dem Ergebnis, zu welchem er früher schon auf anderem Wege gelangt ist, daß nicht die Art der Aggregation der Moleküle die Eigenschaften eines Körpers bestimmen kann, sondern nur die Beschaffenheit der Moleküle selbst. Man ist deshalb nicht berechtigt, z. B. Eis, Wasser und Dampf als verschiedene „Aggregatzustände" desselben Stoffs zu bezeichnen, oder rotes und gelbes Quecksilberjodid als „dimorphe Modifikationen" derselben Verbindung im Sinne der Krystallstrukturtheorie oder „amorphen" Zucker als molekular identisch mit „krystallisiertem". Man hat wohl schon zu verschienenen Zeiten und aus verschiedenen Gründen vermutet, daß dem so sein könnte, hat indes dennoch bisher der Einfachheit wegen stets an der sogenannten Kontinuität der Aggregatzustände festgehalten. Die vorliegenden Untersuchungen sind ein Beweis dafür, daß dies unzulässig ist, daß somit alle die fundamentalen Gesetze, welche sich auf die Identität der Moleküle in den verschiedenen Aggregatzuständen usw. stützen, einer entsprechenden Änderung bedürfen. Ob es tatsächlich Moleküle gibt oder nicht, ist ohne Belang, da nur behauptet wird, daß sich die Körper so verhalten, „als ob" sie aus Molekülen bestehen, wie man z. B., unbeschadet der Gültigkeit der Sätze der Wärmelehre, sagen kann, die Wärme verhält sich so „als ob" sie ein Fluidum wäre, obschon dies sicher nicht der Fall ist.

598. Sitzung am 12. Juni 1903.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 44 Mitglieder.

Herr Geh. Hofrat Dr. Haid berichtete über die „Messungen der Schwerkraft auf dem Meere", welche der Mitarbeiter des geodätischen Instituts in Potsdam, Herr Dr. Hecker, im Herbst 1901 während der Reise von Hamburg über Lissabon nach Bahia und von Rio de Janeiro wieder zurück nach Lissabon auf den Dampfern „Petropolis" und „Tijuca" der Hamburg-

Südamerikanischen Dampfschiffahrtsgesellschaft ausgeführt hat. Aus den Vergleichen des Luftdrucks nach Angaben des Siedethermometers und des Quecksilberbarometers kann auf die sogenannte Schwere-Korrektion geschlossen werden, welche an der Angabe des Quecksilberbarometers infolge der Veränderlichkeit der Schwerkraft auf der Erdoberfläche anzubringen wäre. Diese Korrektionen für einzelne Orte auf dem Atlantischen Ozean entsprechen fast genau den Werten, welche sich aus dem von Professor Helmert im Jahre 1901 angestellten, aus Messungen auf dem Festlande abgeleiteten, allgemeinen Ausdruck für die Schwerkraft ergeben. Es ist darnach das Verhalten der Schwerkraft auf dem Meere ganz analog jenem auf dem Festlande. Es folgt hieraus weiter, daß im allgemeinen die Massenverteilung in der Erdkruste sowohl an den mit Festland, als an den mit Wasser bedekten Teilen der Erde die gleiche ist. Hierdurch findet die Hypothese von Pratt über die isostatischen Lagerungen der Massen in der Erdkruste ihre Bestätigung, wonach die mittlere Dichte auf jedem vom Mittelpunkt nach der Oberfläche der Erde gezogenen Radius sowohl für das Festland, wie für die Meeresoberfläche dieselbe ist. Es muß somit, wie die äußeren Kontinentalmassen, annähernd durch Massendefekte, Verminderung der Dichtigkeit, unter den Kontinenten kompensiert sind, auf der Tiefsee eine Kompensation durch die größere Dichte des Meeresboden eintreten. Es ist damit ferner nachgewiesen, daß die großen Depressionen der Erdoberfläche, welche man ungefähr vor 30 Jahren auf dem Ozean noch im Betrage von tausend und mehr Meter vermutet hatte, wenigstens auf dem atlantischen Ozean nicht existieren.

An der sich daran knüpfenden Besprechung beteiligten sich außer dem Vortragenden die Herren Lehmann, Schultheiss und Schwarzmann.

599. Sitzung am 26. Juni 1903.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 35 Mitglieder.

Herr Dr. Auerbach berichtete über das Thema: „Zoologisches in der Deutsch-Kolonialen Jagdausstellung“.

Der zoologische Wert derselben liegt nach den Ausführungen des Vortragenden ganz besonders in zwei Punkten. Durch eine

ungeheure Anhäufung von Untersuchungsmaterial, das in gleicher Reichhaltigkeit wohl noch nie bei einander war und auch schwerlich wieder zusammenkommen wird, ist hier der Zoologe in den Stand gesetzt, erstens die Verbreitung der Tiere auf unserer Erde, und ganz speziell in Afrika, zu studieren und zweitens den Einfluß der verschiedenen Lebensbedingungen in den verschiedenen Wohngebieten auf die Tiere weiter zu erforschen. So finden wir z. B. große Unterschiede zwischen den Löwen von Südafrika und denen, die Ostafrika bewohnen, das gleiche gilt auch von anderen Tieren, z. B. dem Büffel, der in ganz besonders schönen Formen in der Ausstellung vertreten ist.

Von nicht geringerem Werte dürfte es sein, nun auch einmal einheitliche und passende deutsche Namen für die große Zahl der verschiedenen Antilopen aufzustellen, um so den Verwirrungen und Uneinigkeiten ein Ende zu machen, die jetzt noch in dieser Hinsicht herrschen.

Fast alle für Afrika und zum Teil auch für das australische Gebiet in Hinsicht auf Tiergeographie in Betracht kommenden Charakteristika kann man direkt in der Ausstellung studieren.

Das Gesagte gilt nicht allein für afrikanische Tiere, sondern ganz speziell noch für eine Gruppe von weitverbreiteten Huftieren, nämlich die Hirsche oder Cerviden. Die Sonderausstellungen von Karl Hagenbeck und von Wißmann bieten in ihren schönen Geweihen eine solche Fülle von Tatsachen, daß man hier mit wenigen Blicken sich über die heutige Verbreitung dieser schönen und interessanten Tiere orientieren kann.

600. Sitzung am 10. Juli 1903.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 62 Mitglieder.
Neu angemeldete Mitglieder: Herr Seminarlehrer Dr. Lay,
Direktor Dr. Richter

Der Vorsitzende, Herr Geheimrat Dr. Engler, gab einen kurzen Rückblick über die Geschichte des Vereins. Darnach konnte der im Jahre 1862 gegründete Verein am 10. Februar 1872 seine 100. Sitzung abhalten. Das jetzige Ehrenmitglied, Herr Geh. Hofrat Dr. Meidinger, zeigte damals seinen neu erfundenen Apparat zur Herstellung von Gefrorenem im Haushalt vor und gab bei dem sich daran anschließenden gemeinschaftlichen Abendessen Kostproben.

Am 28. November 1877 fand die 200. Sitzung statt. Herr Oberlehrer Schweickert, den Herr Geh. Rat Engler als Anwesenden begrüßen konnte, hielt den Vortrag über die Fruchtbildung der Pflanzen und der inzwischen verstorbene Professor Sohnke zeigte eine damals ganz neue Erfindung, das Telephon, vor und ließ Versuche damit anstellen.

Die 300. Sitzung wurde in Anwesenheit Sr. Königl. Hoheit des Großherzogs am 14. März 1884 festlich begangen. Der längst dahingeschiedene Professor Knop trug dabei über das Vorkommen seltener Elemente im Kaiserstuhl und im Schwarzwald vor.

Am 5. Dezember 1890, in der 400. Sitzung, hielt Professor Valentiner über die Veränderlichkeit der Polhöhe einen Vortrag.

Die 500. Sitzung, welche am 7. Mai 1897 abgehalten wurde und welche mit einer Generalversammlung zusammenfiel, wurde wieder festlich begangen, indem die Mitglieder nach dem Vortrage des Herrn Geh. Rat Dr. Engler über seine Studienreise nach Ägypten und an das Rote Meer noch bei einem Festmahle einige frohe Stunden verlebten.

Bei den einzelnen Zentennarsitzungen hatte der mit 62 Mitgliedern gegründete Verein nach und nach 110, 118, 122, 135 und 161 Mitglieder gezählt; bei der 600. ist deren Anzahl auf 213 angewachsen und es steht zu hoffen, daß der Verein noch nicht auf der Höhe seiner Entwicklung angelangt ist.

Hierauf hielt Herr Privatdozent Dr. May einen Vortrag über das Thema: „Darwin im Spiegel meines Lebens". Der Redner gab in formvollendeter Rede ein Bild seines Werdeganges, als ein Beispiel, wie Darwin und seine Schüler, sowie Goethe und Humboldt die naturwissenschaftliche Denkweise eines heranwachsenden und ausreifenden Menschen zu beeinflussen vermögen. Besonderes Interesse durfte eine vom Redner veranstaltete überaus reichhaltige Ausstellung von Schriften und Bildern von Darwin, seinen Zeitgenossen, Schülern und Nachfolgern, die er größtenteils auf einer Reise nach England gesammelt hatte, beanspruchen.

Der Vortrag ist unter den Verhandlungen zum Abdruck gebracht.

601. Sitzung am 23. Oktober 1903.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 93 Mitglieder.

Neu angemeldete Mitglieder die Herren: Professor H. Cramer, Domänenrat Gräff, Assistent für Bodenkunde an der Technischen Hochschule Dr. Helbig, Architekt Peter, Seminarlehrer Reinfurth, Medizinalrat Ziegler

Herr Geh. Rat Engler berichtet über den Stand der „Frage nach den Elementen und Atomen", welche durch überraschende Forschungsresultate der letzten Jahre in ein neues Stadium zu treten scheine. Die Becquerelstrahlen und die radioaktiven Elemente, wie Radium, Polonium, Actinium, mit ihren Emanationen materieller Teilchen, der Elektronen, führen uns zur Annahme viel kleinerer Elementarteilchen, als unserer bisherigen Elementatome. Nach kurzen Erläuterungen des periodischen Systems der Elemente, unter besonderer Berücksichtigung ihres elektrischen Verhaltens, wird auf die auffallende Tatsache hingewiesen, daß es gerade die Elemente mit den höchsten Atomgewichten sind, welche jene Emanationen ausstrahlen, also Uran, Thor, Radium usw., woraus man schließen kann, daß in diesen eine Überanhäufung der elementarsten Teilchen vorhanden sein müsse. Diese Teilchen müssen aber nach unseren Begriffen unendlich klein sein, da man eine Gewichtsabnahme trotz kontinuirlicher Ausstrahlung nicht konstatieren kann. Mendelejeff, welcher mit Lothar Meyer und Newland die Elemente in das periodische System eingereiht und durch Interpolation für noch vorhandene Lücken die Existenz einer großen Zahl von Elementen prophetisch vorausgesagt hat, deren Entdeckung tatsächlich später gelang, stellte neuerdings ähnliche Berechnungen durch Extrapolation an, welche die Existenz eines, vielleicht mit dem Coronium der Sonne identischen Elementes vom Atomgewicht $^2/_5$ des Wasserstoffs, wahrscheinlich machen, sowie eines Urelementes, dessen Atomgewicht nur etwa den millionsten Teil des Gewichtes eines Wasserstoffatomes, des leichtesten unserer bisherigen Atome, besitzt und welches er mit dem kosmischen Äther identifiziert. Aus diesem Urelement hat man sich unsere bisherigen Elemente und deren Atome durch Verdichtung gebildet und also zusammengesetzt zu denken, und kann man sich die strahlende Eigenschaft übersättigter Elementaratome, wie z. B. des Radiums, erklären.

Von besonderem Interesse ist die Wahrnehmung Ramsays, wonach sich die Radiumstrahlen, gerade so wie ein gewöhnliches

Gas, durch Abkühlung verdichten lassen, daß sich in dem Verdichtungsprodukt Helium, ein zuerst auf der Sonne entdecktes Element, befindet und daß überhaupt die Emanation des Radiums nach einigen Tagen Helium enthält, womit die überaus wichtige Tatsache der Umwandlung eines unserer Elemente, des Radiums beziehungsweise seiner Emanation, in ein anderes Element, das Helium, festgestellt wäre. Somit dürfte vielleicht die Daltonsche Atomtheorie, welche seit nun bald 100 Jahren die Grundlage unserer chemischen Forschung bildet, bald einer anderen weichen müssen, oder doch eine erhebliche Modifikation oder Vertiefung erfahren.

An der sich hieran knüpfenden Besprechung beteiligte sich außer dem Vortragenden Herr Scholl.

602. Sitzung am 2. November 1903.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 43 Mitglieder.

Neu angemeldete Mitglieder die Herren: Oberförster Köhler in Bretten, Assistenzarzt Dr. Rud. Spuler, Generalarzt Dr. Timann.

Herr Professor Dr. Bauer trug „Über den Bau der Bienenzellen" vor. Eine Bienenwabe wird als eine vertikale, von oben nach unten fortschreitende Platte erbaut, mit einer vorderen und einer hinteren Schicht dicht aneinander stoßender, ursprünglich schwach geneigter, später meist wagrechter Wachszellen. Nach der Gestalt ihrer Öffnung oder ihres Deckels hat man diese dünnwandigen kleinen Gefäße oft als regelmäßig sechseckig bezeichnet, womit aber die Eigenart ihrer Form nur teilweise festgestellt ist; denn hält man eine Wabe mit leeren und reinen Zellen gegen das Licht, so ist man durch den Anblick des pyramidal vertieften, aus drei kongruenten Rauten bestehenden Zellenbodens lebhaft gefesselt. Sorgfältige Messungen ergaben, daß irgend zwei Nachbarflächen einer offenen Zelle unter einem Winkel von 120 Grad gegen einander geneigt sind, und daß der spitze Winkel einer Bodenraute rund 70° 32′ beträgt, der stumpfe folglich 109° 28′; um den tiefsten Punkt des Zellbodens herum liegen drei solcher stumpfer Winkel. Stellt man ein großes Modell einer Zelle mit der Öffnung auf einen Tisch, so erscheint die Außenfläche des Bodens als pyramidale Bedachung des darunter stehenden säulenförmigen Hauptteils der

Zelle; an der Säule zeigen sich drei gleichlange größere und drei gleichlange kleinere Seitenkanten. Schiebt man drei solcher Modelle so zusammen, daß sie eine kurze Seitenkante gemeinsam haben, so bilden die im Endpunkt dieser Kante zusammentreffenden Rauten zugleich den Boden einer Zelle der Gegenschicht; die Verlängerung der gemeinsamen kurzen Kante dreier Zellen einer Schicht stellt demnach die Achse einer Zelle der Gegenschicht dar. Erscheint beim Blick gegen die eine Wabenfläche der eine Rhombus einer Zelle mitten unter den neben einander stehenden zwei andern, so erscheint beim Blick auf die Gegenfläche ein Rhombus über den neben einander stehenden zwei andern.

Nach dieser einleitenden Beschreibung zeigte der Vortragende, wie man die eigenartige Form der Bienenzelle aus einem allgemein bekannten Körper, dem Würfel, ableiten kann. Aus diesem läßt sich nämlich zunächst auf einfache Weise das Rautenzwölfflach oder Rhombendodekaeder, auch Granatoeder genannt, hervorbringen, und aus dem letzteren auf noch einfachere Weise die Form der Bienenzelle. Die enge Verwandtschaft zwischen dem Rautenzwölfflach und der Bienenzelle erkannte bereits der große Astronom und Mathematiker Kepler (1611 und 1619), der deshalb den ersteren Körper eine figura cellulae apiariae nannte, zum Unterschied von dem gleichfalls in seinen Werken beschriebenen Rhombendreißigflach.

Von welcher Bedeutung mag nun aber der merkwürdige pyramendale Boden für die Bienenzelle sein? Eine Biene erzeugt in ihrem Magen auf 12 Teile Honig nur 1 Teil Wachs, das demnach als ein verhältnismäßig seltener Baustoff zu betrachten ist. Nun erkannte bereits vor etwa 1600 Jahren der alexandrinische Mathematiker Pappus, daß die Form der regelmäßigen sechsseitigen Säule einen besonders sparsamen Wachsverbrauch zur Folge hat; sollte das nämliche auch bei dem seltsamen Zellenboden der Fall sein? Es war in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts, als man an diese Frage herantrat (Maraldi 1712, Réaumur, König 1739, Maclaurin 1743); behufs deren Entscheidung stellte der Vortragende die Aufgabe: An einer regelmäßigen sechsseitigen Säule soll die Deckfläche durch eine aus drei kongruenten Rhomben bestehende pyramidale Bedachung ersetzt werden, und zwar so, daß bei gegebenem Kubikinhalt die

Oberfläche des abgeänderten Körpers möglichst klein werde. Hierauf wurde gezeigt, wie man diese Aufgabe anfassen und völlig elementar zu Ende führen kann; als Ergebnis fand sich, daß das gesuchte Dach einer dreiflächigen Ecke des Rhombendodekaeder entsprechen, der abgeänderte Körper folglich in der Tat die Form einer Bienenzelle haben muß.

Bezeichnet man die Deckfläche der sechsseitligen Säule mit A, B, C, D, E, F, so läßt sich die Dachspitze S auch als Schwer- und Mittelpunkt eines auf der Grundfläche ACF emporsteigenden regelmäßigen, homogenen Vierflachs auffassen.

Nach diesen mathematischen Darlegungen wurde noch kurz die Frage behandelt, wie wohl die Entstehung der Bienenzelle naturwissenschaftlich zu erklären sei. Der erste Versuch einer mechanischen Erklärung stammt von Buffon (gestorben 1788); er füllte eine Flasche mit gleich großen Erbsen und Wasser, erhitzte das verschlossene Gefäß im Wasserbad und beobachtete, allerdings nicht hinreichend sorgfältig, daß die quellenden Erbsen die Form regelmäßig sechsseitiger Säulen annahmen; ähnlich sollen die Bienenzellen durch gegenseitigen Druck geformt sein. Darwin (1859) denkt sich den Zellenbauinstinkt der Bienen in der Art entstanden, daß im Laufe der Zeit die Tiere von dem Bau einzeln stehender kugliger Zellen (Hummelzellen) zu dem von einschichtigen Waben (Meliponenwaben), oder auch zu dem von zweischichtigen Waben (Honigbienenwaben) übergegangen seien. Am überzeugendsten jedoch sind die Ansichten Müllenhoffs in Berlin, der als Mitverfasser trefflicher Leitfäden der Zoologie und der Botanik weiten Kreisen bekannt ist, und während der Jahre 1883—86 in verschiedenen Zeitschriften seine tiefgehenden Studien und Gedanken über die Entstehung der Bienenzellen veröffentlichte. Müllenhoff kommt zu dem Resultat, daß die Bienenzellen durch eine Zusammenwirkung der Bautätigkeit der Tiere, die hierbei bestimmte gegenseitige Stellungen einnehmen, der im Bienenstock erzeugten hohen, bis zur Blutwärme des Menschen steigenden Temperatur, und der an den stark verdünnten und erweichten Wachshäutchen sich bemerklich machenden Oberflächenspannung zustande kommen; hiernach kann man die von benachbarten Wachshäutchen einer Bienenwabe gebildeten Formen geradezu als Gleichgewichtsfiguren betrachten, wie sie vor Jahrzehnten der belgische Physiker Plateau mit Hilfe von

Drahtmodellen aus Seifenwasser hervorgebracht, eingehend studiert und veröffentlicht hat (1842—68).

Bei seinen Darlegungen bediente sich der Vortragende nicht nur einer natürlichen Drohnenzellenwabe, sondern auch einiger durch seine Schüler hergestellter Modelle und Zeichnungen.

Herr Professor Schultheiss sprach sodann kurz über die am 31. Oktober besonders stark in Westeuropa eingetretenen erheblichen Störungen in den Telegraphenleitungen, die durch ungewöhnlich starke Schwankungen des Erdmagnetismus, durch sogenannte magnetische Stürme, hervorgerufen waren. Solche Störungen, deren Wesen durch Vorlage von selbsttätigen Aufzeichnungen der Bewegungen der Magnetnadel in Greenwich und Potsdam veranschaulicht wurden, stehen in engem Zusammenhange mit den Sonnenflecken. Zu Zeiten, wo diese selten sind, sind jene es auch und nur schwach; zur Zeit der Sonnenfleckenmaxima sind sie dagegen häufiger und stärker. Die magnetischen Stürme des 31. Oktober sind augenscheinlich durch einen sehr großen Flecken, der um diese Zeit über die Sonne hinweggegangen ist, hervorgerufen worden. Da wir jetzt einem Sonnenfleckenmaximum entgegen gehen, so werden auch die magnetischen Störungen, die in den letzten Jahren selten waren, voraussichtlich an Häufigkeit zunehmen.

603. Sitzung am 20. November 1903.

Vorsitzender: Herr Geh. Hofrat Meidinger, dann Herr Geheimerat Engler.
Anwesend 33 Mitglieder.

Der Vorsitzende legt eine anläßlich der Einweihung des Denkmals von Galileo Ferraris in Turin herausgegebene Festschrift über den berühmten Forscher vor, welche dem Verein, der zu den Kosten des Denkmals einen Beitrag gegeben hatte, zugegangen war.

Herr Dr. Eberh. Müller sprach sodann über das Thema: „Die Ruß- und Rauchfrage der Städte“. Der Vortragende brachte als Einleitung das Resultat seiner über den Zeitraum eines Jahres ausgeführten Sammlung von Ruß und Staub. Das Ergebnis war pro Quadratmeter und Jahr 125 Gramm. Die Zusammensetzung war 60 Prozent mineralischer Staub, 35 Prozent organischer Staub, 5 Prozent Ruß. Nach kurzer Erörterung der Art und Weise, wie diese Daten erhalten wurden, ging der Vor-

tragende auf die spezielle Besprechung des Rußes über. Unvollständige Verbrennung der in den meisten Brennmaterialien vorhandenen Kohlenwasserstoffe ist die Ursache. Zu viel und zu wenig Verbrennungsluft wirken gleich schädlich, der goldene Mittelweg ist das Schmerzenskind des Heizers. Kleinfeuerungen (Herde, Öfen) werden nach wie vor rußen, diese können nur durch Verbilligung des Gases ausgeschaltet werden. Bei Großfeuerungen (Dampfkessel) ist eine Besserung unverkennbar zu bestätigen.

Der Redner bespricht speziell eine im Dampfkesselhaus des Friedrichsbades eingeführte Vorrichtung, womit bei großer Einfachheit mit verblüffender Sicherheit und Kürze eine stark rußende Verbrennung in eine schwach rußende verwandelt werden kann. Der Redner empfiehlt den hiesigen und umliegenden Dampfkesselbesitzern eine Besichtigung der Anlage. Weiter wird darauf hingewiesen, daß durch Auseinanderziehung der Wohnungen und der hiermit verbundenen Verdünnung der Bevölkerung, wenigstens in den neu zu errichtenden Stadtteilen, die beste Lösung der Ruß- und Staubfrage zu suchen sei; zu wünschen sei, daß man wieder in Deutschland zu der alten Bauweise, kleine Häuser, wie sich Belgien, England, die Schweiz usw. dieselben zu bewahren wußte, zurückkehre. Kleine Ein- und Zweifamilienhäuser sind immer das Ideal der Menschheit gewesen, und waren es in früheren Jahren bei uns auch. Leider haben die letzten 30 Jahre die deutschen Großstädte, Bremen ausgenommen, in der Wohnkultur sehr zurückgebracht. England steht auf einer hohen Wohnkultur, in London kommen auf ein Haus (Grundstück) nur 7 Bewohner, in Berlin dagegen 60, hier in Karlsruhe etwa 25.

An der Diskussion beteiligte sich zunächst Herr Professor Rupp; derselbe ist der Ansicht, daß, was die Staubfrage der Städte anbelange, die von dem Vortragenden ausgeführte Analyse des in einem geschützten Hofe gesammelten Staubes, sowie die Berechnung des in dem Staub enthaltenen Rußes nicht einwandsfrei sei; vom hygienischen Standpunkte aus könne es sich in erster Linie nur um den belästigenden Straßenstaub handeln, dessen Untersuchung in qualitativer, wie in quantitativer Beziehung ein ganz anderes Bild geben dürfte.

Der Staub der Städte sei wesentlich abhängig von der Stärke der Windbewegung, von der Bodenbeschaffenheit und von den industriellen Betrieben. Die besten Straßenbefestigungen seien

deshalb diejenigen, die sich am wenigsten abnützen, also den geringsten Staub erzeugen und die sich am schnellsten reinigen lassen.

Die Bebauungsanlage der Städte sollte man nicht zusammenfallen lassen mit der herrschenden Windrichtung, die Straßen sollten nicht zu lang und nicht durchweg in geraden Linien angelegt werden; es sollten ihnen angemessene Unterbrechungen gegeben werden, wofür auch Schönheitsrücksichten sprächen.

Entgegen der Ansicht des Vortragenden spricht sich der Redner dahin aus, daß das Asphalt- und Holzpflaster das staubfreieste genannt werden muß, weil es sich am wenigsten abnutzt und namentlich, weil es sich am besten reinigen läßt, nur seien nicht alle Städte in der glücklichen Lage, diese Art von Straßenbefestigung einführen zu können.

Die besten Wege, die Staubentwicklung möglichst zu beseitigen, seien gute Straßenbefestigung und -Unterhaltung, sowie eine zweckmäßige Straßenreinigung. In trockener Jahreszeit müssen die Straßen feucht gehalten werden, der Straßenkehricht ist feucht abzuführen. Darin geschehe in hiesiger Stadt Anerkennenswertes.

Was nun die Rauch- und Rußbelästigung der Städte betreffe, so führte Professor Rupp des weiteren aus, sei in dieser Frage, entgegen der Ansichten des Vortragenden, ein umfangreiches Material beisammen. Der Verein für öffentliche Gesundheitspflege, fast alle Städteverwaltungen, insbesondere die der Stadt Karlsruhe, beschäftigen sich schon seit langer Zeit eingehend mit dieser Frage. So werden hier regelmäßige Rauchbeobachtungen von sachverständiger Seite angestellt und man hat gefunden, daß es bezüglich der Großbetriebe 79 Prozent Nichtraucher, 14 Prozent Schwachraucher und 5 Prozent Starkraucher gibt, von einer besonderen Rauch- und Rußbelästigung könne somit in Karlsruhe gegenüber anderen an Fabrikanlagen reichen Städten keine Rede sein, wenn auch noch manche Verbesserungen in dieser Beziehung wünschenswert seien.

Es seien aber nicht allein die Großbetriebe, sondern namentlich die in der Stadt verteilten 156 Bäckereien mit teilweise noch sehr veralteten Feuerungsanlagen, die an der Ruß- und Rauchentwicklung stark beteiligt sind. In früherer Zeit, wo die Bäcker

noch Holz brannten, ist die Nachbarschaft nicht in dem Maße von Rauch belästigt worden, wie heute, wo mitunter recht geringwertige Kohlensorten zur Feuerung benützt werden. Es seien aber auch in der Art der Feuerungsanlagen und in der Verwendung von Heizmaterial erfreuliche Fortschritte zu verzeichnen. Die vollkommene Rauchlosigkeit gehöre ebenso zu den Unmöglichkeiten, wie die gänzliche Beseitigung des Straßenstaubes.

Man hat die Erfahrung gemacht, daß durch polizeiliche Rauchverbote allein es nicht möglich ist, die Belästigungen durch Rauch und Ruß zu beseitigen, die Industriellen haben sich aber in Verbindung mit Technikern, hier namentlich im Benehmen mit der Gesellschaft zur Ueberwachung der Dampfkessel, sowie, was bei dieser Frage stets das wichtigste ist, durch Einrichtung von Heizerkursen bestrebt gezeigt, bestehende Mißstände, soweit als tunlich, zu beseitigen.

Viele Bäcker haben ihre Feuerungsanlagen für Koke, das rauch- und rußfreieste Feuerungsmaterial, einrichten lassen, oder es werden durch baupolizeiliche Verordnungen bei Neuanlagen von Bäckereien Auflagen zur Errichtung von 25 bis 30 Meter hohen Kaminen gemacht. Der Redner sieht auch in dieser Beziehung nicht so schwarz in die Zukunft wie der Vortragende, sondern erhofft bei den Fortschritten der Feuerungstechnik nur Besserungen, die auch aus Sparsamkeitsrücksichten im Interesse der Industriellen selbst liegen.

Was schließlich die Mitteilungen des Vortragenden über die Wohnungshygiene, namentlich in der Stadt Karlsruhe betreffe, so möchte er den Vorwurf, als sei Karlsruhe in dieser Frage rückständig, entschieden zurückweisen; die hiesige Stadtverwaltung habe durch die Einführung der neuen Bauordnung, speziell der offenen Bauweise, wo solche ausführbar sei, mit anderen Städten gleichen Schritt gehalten und sei bestrebt, für gesunde Wohnungen zu sorgen.

Auch von anderen Rednern wurden die hygienischen Maßnahmen der Stadtverwaltung in Schutz genommen.

An der Diskussion beteiligten sich die Herren Battlehner, Engler, Fischer, Gräbener, Meeß, Reichard, Rupp und Schultheiss.

604. Sitzung am 4. Dezember 1903.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 38 Mitglieder.

Neu angemeldete Mitglieder: die Herren Forstrat Gretsch, Direktor des Konservatoriums Ordenstein.

Herr Dr. Wilser berichtete über: „Anthropologische Neuigkeiten".

In der als ergiebige Fundstätte der alten Steinzeit bekannten Grotte von Mas-d'Azil hat der verdienstvolle Höhlenforscher Piette eine höchst merkwürdige Entdeckung gemacht, die er vor kurzem der Pariser Anthropologischen Gesellschaft vorgelegt hat, eine aus einem Schulterblatt geschnittene Knochenscheibe, die, mit sicheren Zügen eingeritzt, ein sehr sonderbares Bild trägt. Der Vortragende stimmt im allgemeinen mit der Ansicht des französischen Forschers überein, daß die Zeichnung „einen menschenähnlichen, dem Pithecanthropus (dem 1891 auf Java gefundenen Urmenschen), nahestehenden Affen" darstellt. Daraus wäre zu schließen, daß der Ureuropäer, und zwar von der schon hochentwickelten Cro-Magnon-Rasse (Homo priscus) noch mit solchen Geschöpfen zusammengelebt hat. Dieser Schluß verliert vieles von seinem überraschenden, wenn man bedenkt, daß Europa das einzige Land ist, wo Knochen von Großaffen und ausgestorbenen Menschenrassen zugleich gefunden worden sind. Zudem sind im Frühling 1902 in der „Lindohöhle" bei Mentone zwei Skelette von ausgesprochenem Negertypus (vom Vortragenden Homo primigenius var. nigra genannt) ausgegraben worden, die es wahrscheinlich machen, daß auch unser Weltteil einst negerartige Menschen beherbergt hat. Aus allgemein entwicklungsgeschichtlichen Gründen muß der Schöpfungsherd der warmblütigen Tiere, also auch der Großaffen und Menschen, nördlich von der Alten Welt in einem das Nordpolarmeer umgebenden, heute größtenteils von der Flut bedeckten Festland, der „Arktopäa", gesucht werden; daher lohnt es nicht der Mühe, die für bestimmte südliche Gebiete, so neuerdings für Australien, als Urheimat des Menschengeschlechts vorgebrachten Scheingründe im einzelnen zu widerlegen. Zu diesen gehören auch die bei Warrnambool in Australien gefundenen, in der Photographie vorgelegten „Fußspuren" des Tertiärmenschen. Es ist erstens wahrscheinlich, daß die *Eindrücke* gar nicht von Menschen, sondern von einem

känkuruartigen Tier herrühren, zweitens ist das Alter des Gesteines anscheinend viel zu hoch geschätzt worden. Von der ältesten Menschenrasse (Homo primigenius) sind dagegen in Europa, und zwar bei Krapina in Kroatien, in den letzten Jahren wieder neue die früheren bestätigende Knochenfunde gemacht worden. Die von dem Entdecker, Professor Gorjanovic-Kramberger in Agram, aufgestellte rundköpfige Abart Homo primigenius var. Krapinensis ist dagegen, da sich aus einzelnen Bruchstücken die Schädelgestalt nicht genau feststellen läßt, nicht aufrecht zu halten. — In den Höhlen von Kullaberg, einem Vorgebirge in Schonen, sind neuerdings von Professor Retzius Ausgrabungen vorgenommen worden, die für Schweden das Übergangsalter von von der älteren zur neuen Steinzeit bestätigen; die mitgefundenen Knochen von Haustieren, Rind, Schwein, Schaf, Ziegen legen Zeugnis ab von derem hohen Alter im Norden. — Aus Britisch Neuguinea ist kürzlich von der Entdeckung eigentümlicher Zwergvölker berichtet worden. Die sehr „affenähnlichen" Ahgai-Ambo leben im Sumpfland auf Bäumen, haben dadurch das Gehen fast ganz verlernt und eine Rückbildung der Beine im Sinne Lamarcks erfahren. Die Korobala sind wohlgestaltet, aber sehr klein, die Männer nur etwa 130 Zentimeter groß; beide kennen nur Steinwaffen. Leider ist nach den neuesten Nachrichten das erstgenannte merkwürdige Völkchen von einem feindlichen Stamme überfallen und bis auf einen einzigen Mann niedergemacht worden.

605. Sitzung am 18. Dezember 1903.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 79 Mitglieder, darunter mehrere Gäste.

Im Hörsaal für Experimentalphysik der Technischen Hochschule sprach Herr Geh. Hofrat Dr. Lehmann über das Thema: „Das Vacuum als Isolator". Der Vortrag ist unter den Abhandlungen des vorliegenden Bandes zum Abdruck gebracht.

606. Sitzung am 8. Januar 1905.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 102 Mitglieder und Gäste.

Zu Beginn der Sitzung sprach der Vorsitzende dem Ehrenmitgliede, Herrn Geh. Hofrat Meidinger, zu seinem

50jährigen Doktor-Jubiläum die Glückwünsche des Naturwissenschaftlichen Vereins aus und hob dabei anknüpfend an dessen erste Arbeit im Gießener Labarotorium des Jahres 1853 über voltametische Messungen, die Verdienste des Jubilars um Wissenschaft und Technik hervor, die sich besonders auf die Gebiete der Elektrizität und der Wärmelehre, sowie deren praktischen Anwendung erstreckten. Vor dem Jubilar war ein kleiner Tisch zur Aufstellung gebracht worden, auf dem die wichtigeren und von ihm erfundenen Apparate und Utensilien zu sehen waren: ein elektrisches Meidinger-Element, eine Eismaschine, das Modell eines Meidinger-Ofens u. a., überragt von einem großen Rosenstrauß, welcher Anlaß bot, auch der Gattin des Gefeierten in herzlichen Worten zu gedenken. Mit dem Wunsche, daß beiden noch ein langer, schöner Lebensabend beschieden sein möge und dem Ausdruck des Dankes an den Jubilar für seine langjährige Vereinstätigkeit schloß der Redner. Herr Geh. Hofrat Meidinger sprach seinen tiefgefühlten Dank aus für die warme Begrüßung und die Anerkennung, welche sein wissenschaftliches Leisten durch den Vorsitzenden gefunden hat und hofft, daß es ihm noch lange vergönnt sein möge, in dem Verein, welchem er seit 1865 als zweitältester angehört, Anregung und Belehrung als Ehrenmitglied zu empfangen.

Herr Professor Dr. Le Blanc hielt sodann den angekündigten Vortrag: „Über den elektrischen Ofen und seine Verwendung im Dienste der Industrie“.

Der Vortragende erläuterte zuerst mit Hilfe von Projektionen und Modellen die verschiedenen Typen des elektrischen Ofens und besprach die Vorteile, die die elektrische Erhitzung vor den andersartigen besitzt; insbesondere legte er die Gründe dar, aus denen man mit Gas- oder Kohlenfeuerung niemals eine auch nur annähernd so hohe Temperatur, wie unter Benützung der elektrischen Energie erzeugen kann. Sodann führte er die wichtigsten Prozesse auf, die technisch in elektrischen Öfen betrieben werden, und schätzte die Anzahl Pferdekräfte, die auf der ganzen Erde dauernd im Dienste dieser Industrie stehen, zurzeit bereits auf einige hunderttausend. Von volkswirtschaftlich hervorragendem Interesse sind die Versuche, die neuerdings angestellt werden, um den atmosphärischen Stickstoff in nutzbare Form überzuführen. Da die Salpeterlager in Chile in 30—40 Jahren voraussichtlich

erschöpft sein werden und der europäische Konsum darin augen blicklich etwa 250 Millionen Mark pro Jahr beträgt und sicherlic dauernd steigt, so wird die Frage nach passendem Ersatz i nicht zu langer Zeit brennend werden. Der elektrische Ofe scheint berufen, auch bei der Lösung dieses Problems eine groß Rolle zu spielen. Zum Schluß des Vortrags wurde ein elektrische Ofen in Tätigkeit vorgeführt, der mit etwa 300 Ampère bei 10 Volt Spannung gespeist wurde.

607. Sitzung am 22. Januar 1904.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 65 Mitglieder.

Neu angemeldete Mitglieder: die Herren Professor Graßmann, Maschinen inspektor Joos, prakt. Arzt Dr. Max Krieger in Königsbach i. B Assisenzarzt Dr. Ludwig, Lehramtspraktikant Paul Mayer, Chemike Dr. J. Vogel.

Herr Kustos Dr. Auerbach hielt einen Vortrag übe „Mikroskopische Technik und einige Neuerungen i derselben“. Der Redner schilderte zuerst in kurzen Zügen, wi mikroskopische Präparate hergestellt, wie sie fixiert, entwässert gefärbt, zur Erleichterung des Schneidens in dünne Scheiben i Substanzen eingebettet werden, die nachher wieder zu entferne sind, und endlich mit welchen Hilfsmitteln (Mikrotomen) sie zer schnitten werden; sodann ging er dazu über, eine von Herr Professor Dr. Corning in Basel ausgearbeitete Methode z schildern, welche es ermöglicht, dünne, zum Zweck der Demon stration vor Studenten dienenden Schnitte von größeren Objekten z. B. von ganzen menschlichen Embryonen in vorgeschrittene Entwicklung oder von Körperteilen Erwachsener einschließlic der Knochen herzustellen; sie erfordert nur sehr viel Zeit. De Vortragende war in der Lage, mehrere solcher Schnitte, die e selbst unter der Leitung des Herrn Professor Corning ausgeführ und präpariert hatte, teils in halbfertigem Zustand, teils i Lichtbildern vorzuführen.

In der sich daran knüpfenden lebhaften Besprechung, an de sich viele Mitglieder beteiligten, erläuterte u. a. Herr Hofra Dr. Benckiser die Methoden zur Herstellung von Dünnschnitten welche zum Zwecke von ärztlichen Diagnosen gemacht würden und bei denen im Gegensatz zu den für wissenschaftliche Zweck angefertigten ein besonderer Wert auf rasche Vollendung de

Arbeit gelegt werden müsse; so sei es jetzt möglich, in zwei Stunden mikroskopische Präparate von erkrankten Teilen des menschlichen Organismus herzustellen.

An der Besprechung beteiligten sich außer dem Vortragenden noch die Herren Clauß, Engler, Lehmann, Spuler und Schwarzmann.

608. Sitzung am 5. Februar 1904.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend etwa 300 Mitglieder und Gäste.

Im großen Hörsaal für Chemie der Technischen Hochschule hielt Herr Hofrat Dr. Fr. Noetling einen Vortrag über seine „Reisen in Birma", wozu auch die Mitglieder des badischen Landesausschusses des Deutschen Flottenvereins und der Abteilung Karlsruhe der Deutschen Kolonialgesellschaft eingeladen waren.

Der Vortragende, welcher nahezu sieben Jahre lang die geologische Landesaufnahme von Birma leitete, hatte dadurch Gelegenheit, auf seinen Reisen Land und Leute dieses abgelegenen Erdwinkels aus eigenster Anschauung näher kennen zu lernen. Eine Reihe vortrefflich gelungener Lichtbilder, denen man die tropische Sonnenglut förmlich ansah, erläuterte den Vortrag, der mit einer kurzen historischen Einleitung über die Erwerbung Birmas durch die Engländer begann. Dieser Teil des Vortrags war im Hinblick auf die gegenwärtigen Kämpfe in Südwestafrika von großem Interesse. In einem Zeitraum von nahezu 60 Jahren hat England nach drei langwierigen Kriegen ein Reich erworben, das an Größe Deutschland erheblich übertrifft, und jetzt eine der wertvollsten Besitzungen des englischen Kolonialreiches bildet. Der Vortragende hob hervor, daß die Annexion Birmas nur den einen Teil jener weitausreichenden Politik Englands bildet, welche daraufhin zielt, die Ufer des indischen Ozeans vom Südpunkte der Halbinsel Malakka bis zum Kap der guten Hoffnung unter die englische Flagge zu bringen. Im 19. Jahrhundert sei dieses Ziel im östlichen Teil des indischen Ozeans erreicht worden und im 20. Jahrhundert bereite England sich vor, auch die westlichen Gestade zu unterjochen. Zur Erreichung dieses Endzieles seien keine Opfer an Geld und Blut groß genug. So kostete, gering gerechnet, der Erwerb des birmanischen Königreiches etwa 300 Millionen

Mark und 12 000 Menschenleben, worin die Verluste des letzte
Krieges, im Jahre 1886/92, noch nicht mit einbezogen sind.

In einem kurzen geographischen Überblick verglich der Vor
tragende die topographische Gestaltung von Birma in sehr tref
fender Weise mit der Rheinebene; das zentrale Tal des Irrawadd
entspricht dem Rheintal, während das wilde Gebirge im Westen
die Arrakan Yoma, den Vogesen, das mehr sanfte Tafelland de
Schanberge dem Schwarzwalde entspricht. Die Vorführung de
Lichtbilder begann mit einer Reise auf dem Irrawaddi; späte
folgten Bilder aus dem Urwalde, welche mit freundlichen Szene
aus dem Lagerleben wechselten. Hieran schlossen sich Bilde
aus der Hauptstadt Mandalay und die Vorführung charakteristische
Volkstypen. Von besonderem Interesse war eine Gruppe, welche
zwei gekreuzigte Birmaner darstellt; hierbei ist zu bemerken,
daß das Bild eine Originalaufnahme und nicht etwa eine spätere
Aufnahme ad hoc ist. Nach einer Vorführung von einer Reihe
von Gautamabildern schilderte der Vortragende die Pagoden der
alten, im Jahre 1270 von den Chinesen zerstörten Hauptstadt
Pagan. Gerade dieser Teil des Vortrags war von höchstem Inter-
esse, da hier die Reste einer Kultur vorgeführt wurden, welche
kaum bekannt sind. Architektonisch sind diese Pagoden ganz
hervorragend, wie durch eine Reihe von Detailaufnahmen näher
erläutert wurde. Höchst merkwürdig waren die eigenartigen Fres-
ken aus dem Innern der Pagoden, welche den Schluß des Vor-
trages bildeten.

In erweiteter Form ist der Vortrag unter den Abhandlungen
dieses Bandes zum Abdruck gebracht worden.

609. Sitzung am 19. Februar 1904.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 104 Mitglieder.

Neu angemeldete Mitglieder: die Herren Landgerichtsrat Dr. Glock, prakt. Arzt Dr. Hartz, Hochbauinspektor Hemberger, Amtmann Dr. Klotz, Assistent am zoolog. Institut der Techn. Hochschule Dr. Knoche, Postrat Spranger, Reallehrer und Vorstand der kaufm. Fortbildungsschule Ad. Vogt.

Dr. May hielt einen Vortrag über Charles Darwin und Ernst Haeckel. Er verglich beide Forscher in bezug auf Herkunft, Studium, Charakter und Weltanschauung und legte an der Hand von Briefen ihre persönlichen Beziehungen dar. Trotz

großer Wesensverschiedenheit standen doch beide Männer zeitlebens in innigem Freundschaftsverhältnis und ergänzten sich wissenschaftlich in schönster Weise. Ihre Namen werden in der Geschichte der menschlichen Geisteskultur so wenig zu trennen sein, wie die Namen Plato und Aristoteles, Schiller und Goethe. Sie bilden ein geistiges Dioskurenpaar, das nur in einem gegenseitigen Verhältnis richtig gewürdigt werden kann. In dem innigen Zusammenwirken der beiden im Grunde ihres Wesens so verschiedenen Geister wird man stets eine der hellsten und ruhmvollsten Erscheinungen erblicken, die der Darwinismuskampf des 19. Jahrhunderts gezeitigt hat.

610. Sitzung am 4. März 1904.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 54 Mitglieder.

Neu angemeldete Mitglieder: die Herren Buchhändler Pezoldt, Tiermaler Fikentscher in Grötzingen.

Herr Prof. Rupp hielt, veranlaßt durch einen in Darmstadt vorgekommenen Vergiftungsfall, bei welchem mehrere Personen nach dem Genuß von Bohnensalat teils erkrankt und teils gestorben waren, einen Vortrag über „die Verderbnis der Nahrungsmittel und deren giftige Wirkung“. Der Vortragende schilderte kurz die Zersetzung durch Verwesung, Gärung und Fäulnis, sowie die Rolle, welche Spalt-, Sproß- und andere Pilze bei der Erzeugung von Giften während ihres Lebensprozesses spielen. Giftig wirken insbesondere die sog. Ptomaïne, eiweisähnliche Körper, die bei der Fäulniszersetzung entstehen.

Sind Bakterien direkt die Ursache einer Erkrankung, so dauert es nach deren Eindringen in den Körper immer einige Tage bis zum Ausbruch der Krankheit, weil die Bakterien Zeit haben müssen, sich zu vermehren. Der fast plötzliche Ausbruch der Erkrankungen in Darmstadt ließ darauf schließen, daß die Giftstoffe schon in den Bohnen vorhanden sein mußten, als diese gegessen wurden. Die Untersuchungen im bakteriologischen Institut in Gießen haben diese Ansicht bestätigt. Es handelte sich um Ptomaïne, die in den Bohnen entstanden waren; beim Fehlen von Kochsalz tritt nämlich die Zersetzung leichter ein. Der Vortragende trat übertriebener Ängstlichkeit beim Genusse von Konserven entgegen. Bei dem Darmstädter Fall waren eine ganze

Reihe von Warnungszeichen — abnorme äußere Beschaffenheit des Nahrungsmittels, schlechter Geruch und Geschmack — nicht beachtet worden.

An der an den Vortrag sich anschließenden Besprechung beteiligten sich die Herren Dr. Klein, Engler, Battlehner und Carl. Es wurde dabei die Tatsache betont, daß Ptomaïne auch aus Pflanzenstoffen und nicht blos aus Fleisch entstehen können, was für die Vegetarianer wichtig ist, ferner um die behauptete Schädlichkeit des Genusses von Fleisch gehetzten Wildes.

Die Ansichten neigten dahin, daß bei gehetztem Wild die Körperkräfte aufgebraucht werden und schädliche Zersetzungen nach dem Tode rascher eintreten als sonst. Doch gehört dazu eine Hetze bis zum Zusammenbruch. Ein auf der Treibjagd geschossener Hase ist gewiß nicht giftig, sonst müßten zahlreiche Fälle bekannt sein.

Herr Dr. Engler macht aufmerksam, daß einzelne der bei der Zersetzung auftretenden Ptomaïne, nämlich Cholin und Neurin, im Gehirn schon durch die Lebenstätigkeit selbst entstehen, dabei aber im lebenden Körper unschädlich gemacht werden.

Zum Schluß lud Herr Geheimerat Dr. Engler Lusttragende ein, eine neue von Heräus in Hanau erbaute Bogenlampe anzusehen, die er dann im chemischen Hörsaal der Technischen Hochschule vorführte; sie beruht im Prinzip darauf, daß der elektrische Strom Quecksilberdämpfe zum Glühen bringt. Die mit Verwendung von Bergkrystallglas aufgebaute Lampe zeichnet sich durch ein äußerst glänzendes Licht, das viele ultraviolette Strahlen enthält, aus; sie soll etwa 40% der Energie in Licht verwandeln.

611. Sitzung am 18. März 1904.

Vorsitzender: Herr Geh. Hofrat Dr. Lehmann. Anwesend 40 Mitglieder

In der Anstalt für physikalische Heilmethode im Friedrichsbad hielt Herr prakt. Arzt Dr. Paull einen Vortrag über: „Die Elektrizität im Dienste der Heilkunde“.

Der Vortragende gab zunächst einen kurzen Überblick über die Verwendung der Elekrizität in der Heilkunde, welche eine doppelte ist: zu diagnostischen und zu therapeutischen Zwecken.

Als diagnostisches Hilfsmittel spielt die Elektrizität zur Erkennung von Nervenkrankheiten eine wichtige Rolle. Die motorischen Nerven und die von ihnen versorgten Muskeln zeigen dem elektrischen Strome gegenüber, sowohl dem konstanten, wie dem faradischen im normalen Zustande ein ganz bestimmtes Verhalten in bezug auf Dauer, Quantität und Qualität der Muskelanregung, ein Verhalten, das in dem von Pflüger gefundenen sog. „normalen Zuckungsgesetze" näher gekennzeichnet ist. Ein von dem normalen Erregungsverlauf abweichendes Verhalten zeigt nur der kranke Nerv.

Die Elektrizität ist nun imstande, in vielen Fällen mit Sicherheit den Sitz der Nervenerkrankung anzugeben, was nicht allein differential-diagnostisch, sondern vor allen Dingen auch therapeutisch und prognostisch von großer Wichtigkeit ist. Zeigt der erkrankte Nerv auf die elektrische Erregung die sog. „Entartungsreaktion", so ist damit erwiesen, daß die Erkrankung in den zentralen Nervenbahnen, d. h. im Gehirn oder Rückenmark ihren Sitz hat, während sie bei fehlender „Entartungsreaktion" in den peripheren Nervenbahnen zu suchen ist.

Auch die sensiblen Nerven zeigen dem elektrischen Strome gegenüber ein bestimmtes Verhalten, das bei krankhafter Veränderung von der Norm abweicht.

Als Licht erzeugende Kraft nimmt die Elektrizität in der Diagnostik einen ganz besonders breiten Raum ein. Sie ist imstande, Harnblase, Magen, Mastdarm, Mund, Rachen, Kehlkopf, Nase, Stirn und Kieferhöhlen dem Auge des Untersuchers sichtbar zu machen. Ja vermittelst des Röntgenlichtes ist es möglich geworden, selbst die Knochen zu beleuchten und das Herz in seiner nimmermüden Arbeit mit dem Auge zu beobachten.

Ihre Verwendung in der Therapie verdankt die Elektrizität folgenden in ihr schlummernden Kräften:

1. die im „Zuckungsgesetze" zum Ausdruck kommende, die Erregbarkeit der Nerven sowohl steigernde, wie herabsetzende Wirkung,
2. die die Blutzirkulation beschleunigende Wirkung,
3. die bakterientötende Kraft,
4. die elektrolytische Kraft,
5. die katenphoretische Kraft.
6. die kaustische Wirkung.

Die Verwendungsarten des elektrischen Stromes sind sehr mannigfaltig. Galvanischer, faradischer, kombinierter galvano-faradischer Strom, hochgespannter Gleichstrom, Wechselstrom (Sinusoidalstrom), undulatorischer Strom, dreiphasiger Wechselstrom, Kondensatorenentladungen, Franklinscher Strom, Arsonvalscher Strom, monodischer Voltastrom werden mit den verschiedenartigsten Instrumenten verwendet. Außer der direkten Applikation mit zwei oder mehr Elektroden von den mannigfaltigsten Formen werden hydroelektrische Bäder und Duschen, elektrische Luftbäder, Büschel etc. in Anwendung gebracht.

Zur Lichterzeugung wird der elektrische Strom in der Lichttherapie bekanntlich in ausgiebigster Weise verwendet. Es kommen hierbei

1. die Wärmebildung,
2. die Bakterien tötende Kraft,
3. die zellenbildende Kraft,
4. die Gewebe durchdringende Kraft (Röntgenlicht) des elektrischen Lichtes

in Betracht.

Auch der von der Elektrizität erzeugte Magnetismus findet neuerdings in der Heilkunde Anwendung.

Gemäß dem Reichtum des elekrischen Stromes und des von ihm erzeugten Lichtes an das organische Gewebe beeinflussenden Kräften ist sein Indikationsgebiet ein ungemein großes. Gehirn-, Rückenmarks-, Nerven-, Knochen-, Gelenk-, Muskel-, Magen-, Darm-, Herz-, Leber-, Nieren-, Haut-, Augen-, Ohren-, Frauen-, Lungen-, Geschlechts-, Stoffwechselleiden und fieberhafte Erkrankungen sind mit wechselndem Erfolge mit elektrischen Kräften behandelt worden.

Es wurde sodann eine Besichtigung der „Anstalt für physikalische Heilmethoden“ des Friedrichsbades vorgenommen, insbesondere wurden die elektromedizinischen Einrichtungen demonstriert und ihre Wirkungen auf den gesunden und kranken Körper erklärt: Elektrisches Vierzellenbad zur Verwendung von galvanischem Strome, undulierendem Gleichstrom und sinusoidalem Wechselstrom, elektrisches Lohtanninbad, galvanisches und sinusoidales Vollbad, elektrische Vibrationsmassage, Arsonvalisation (Verwendung hochgespannter Wechselströme), Elektromagnetismus.

In der Lichtherapie wurde die Strebellampe zur Erzeugung eines kalten, an ultravioletten Strahlen reichen Lichtes, verschiedene Lichtbäder für Bogen- und Glühlicht, sowie das Röntgenkabinett demonstriert. Vermittelst des Orthodiaegraphen wurde den Zuhören das schlagende menschliche Herz in vivo zu Gesicht gebracht.

612. Sitzung am 29. April 1904.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. **Anwesend** 41 Mitglieder.

Neu angemeldetes Mitglied: die Herren Amtmann Dr. Cadenbach, Lehramtspraktikant Dr. Dinner, Kaufmann W. Sachs, Legationssekretär Schwörer.

Herr Professor Leutz hielt einen Vortrag über: „Die instrumentelle Einrichtung der Kaiserl. Hauptstation für Erdbebenforschung in Straßburg".

Das Bestreben, die bei einem Erdbeben auftretenden Erscheinungen genau kennen zu lernen, führte bald zur Anwendung besonderer Instrumente. Vor allen Dingen waren es die genaue Angabe der Zeit, zu welcher ein Erdbebenstoß wahrgenommen wurde und die Richtung, aus welcher er kam, die man von den Instrumenten erfahren wollte, da die Angaben der Menschen in unerklärlicher Weise auseinander gingen. Das einfachste Instrument dieser Art ist ein Pendel, das nach allen Seiten frei schwingen kann, sich also nicht wie das Pendel unserer Uhren beständig in der gleichen Schwingungsebene bewegt. Ein schwerer Körper, an einem Faden aufgehängt, hat die Möglichkeit, nach jeder beliebigen Richtung hin zu schwingen. Hängt ein solches Pendel ruhig und gerät seine Umgebung durch irgend einen Anstoß, also auch durch ein Erdbeben, in Bewegung, so bleibt das Pendel zunächt in Ruhe und wenn man den Boden etwa durch Aufstreuen von Sand vorbereitet hat, so muß ein an dem Pendel angebrachter Schreibstift in diesen Sand die Richtung einritzen, in welcher sich der Boden bewegt. In ganz entsprechender Weise zeichnet sich die Bewegung auch auf berußte Glasplatten oder Papierflächen ein, welche man dem Pendel unterlegt. Die Anwendung solcher Instrumente lieferte bald den Nachweis, daß im Verlaufe eines Erdbebens der Boden nicht nur nach einer, sondern nach allen Richtungen geschoben werden kann, so daß ein Pendel oft ganz unentwirrbare Aufzeichnungen liefert, die eben nur das bestätigten, daß verschiedene Stoßrichtungen wahrgenommen

werden können. Um den Zeitpunkt des Anfangs der Bewegung zu erhalten, hatte man entweder stehende Uhren so mit dem Fadenpendel verbunden, daß sie beim Eintreten einer Bodenbewegung in Gang kamen, oder gehende Uhren so, daß sie angehalten wurden. Auch hier kam man zu der Erkenntnis, daß die Vorstellung über das Wesen der Erdbeben, von der man bei Erstellung der Instrumente ausgegangen war, nicht die richtige war, denn je nach der Empfindlichkeit der Einrichtungen erhielt man verschiedene Zeitangaben. Um alle Erscheinungen so genau als möglich aufgezeichnet zu erhalten, führte man unter dem Schreibstift des Pendels eine Schreibunterlage hindurch, auf welcher das Pendel in ruhigen Zeiten nur gerade Striche verzeichnete. Der Gang der Schreibunterlage wurde durch besondere Uhrwerke geregelt und dabei auch Zeitmarken eingezeichnet, welche es ermöglichten, den Zeitpunkt jeder Änderung zu erkennen. Diese Einrichtungen lieferten einen weiteren Fortschritt in der Erkenntnis der Erdbebenbewegung. Nach jahrelanger Durchführung solcher Aufzeichnungen ergab sich, daß fast in jedem beobachteten Falle die Bewegung des Bodens ganz allmählich beginnt und mehrere Sekunden lang an Stärke zunimmt. Aus diesem Grunde ist es unmöglich, mittelst mechanischer oder elektrischer Auslösung, welche durch die Erschütterung selbst bewirkt wird, die Zeit des Beginns der Erschütterung genau anzugeben; solche Angaben bleiben immer abhängig von der Empfindlichkeit der benützten Apparate. Weiter ergab sich, daß ein Erdbeben aus einer ganzen Anzahl von aufeinanderfolgenden Bewegungen besteht, von denen fast nie eine viel stärker ist als die andere und daß die Bewegung des Bodens noch viel allmählicher aufhört, als sie begonnen hat. Die Geschwindigkeit, mit der sich der Boden bewegt, die Richtung der Bewegung und der Zeiträume, innerhalb derer sich die Bewegungen wiederholen, sind selbst bei ein und demselben Erdbeben sehr veränderlich.

Jede neue Erfahrung wurde zur Verbesserung der Instrumente benützt. Ganz besonders störend und die Entzifferung der gewonnenen Aufzeichnungen erschwerend ist es, daß die Pendel, welche bei den Aufzeichnungen ruhig bleiben und den Schreibstift festhalten sollen, im Verlaufe eines Erdbebens selbst in Schwingungen geraten und so eine Wellenlinie statt der von ihnen verlangten geraden Linie einzeichnen. Das Bestreben, diese

störenden Eigenbewegungen der Pendel unschädlich zu machen, führte zur Erfindung der verschiedensten Instrumente, die aber alle, mit wenigen Ausnahmen, das gemeinsame haben, daß sie einen Gegenstand in Ruhe halten sollen, während sich seine Umgebung bewegt.

Die Kaiserl. Hauptstation für Erdbebenforschung in Straßburg besitzt eine Reihe von Instrumenten, an denen die Eigenbewegung des schreibenden Gegenstandes in der größten zurzeit möglichen Vollkommenheit beseitigt ist. An dem Apparat des Italieners Vicentini wird dies durch Benutzüng einer großen Pendellänge und Pendelmaße erreicht, an den Horizontalpendeln durch eine besondere Umformung der Aufhängung der Pendel. Die sogenannten Horizontalpendel sind Pendel, welche nur in einer Richtung schwingen können; sie bestehen aus der Schwingachse und einem senkrecht dazu angebrachten Pendelstab, welcher die Pendelmaße trägt. Dadurch, daß die Pendelachse nicht wagrecht gelegt, sondern aufrecht gestellt wird, wird der Pendelstab genötigt, in wagrechter Richtung zu schwingen, und je mehr man die Pendelachse aufrichtet, desto langsamer schwingt das Pendel. Gleichzeitig wird es aber immer empfindlicher und ist imstande, die kleinsten Veränderungen seiner Unterlage anzuzeigen. In Straßburg sind zweierlei Pendel dieser Art aufgestellt, zwei sehr leichte, wie sie der Astronom von Rebeur-Paschwitz, s. Zt. als Assistent an der Karlsruher Sternwarte, eingerichtet hat. Sie befinden sich in einem dunklen Zimmer und zeichnen die Bodenbewegungen dadurch auf, daß sie mittelst Spiegelung einen Lichtstrahl auf photographisches Papier werfen, welches durch ein Uhrwerk bewegt wird. Diese leichten Horizontalpendel sind in den letzten Jahren zu außerordentlicher Vollkommenheit ausgebildet worden und werden in weiter abgeänderter Form auch hier und in Freiburg aufgestellt werden. Die andere Art der Horizontalpendel, die eine schwere Pendelmasse besitzen, ist in Straßburg durch eine Konstruktion des japanischen Erdbebenforschers Omori vertreten; die Masse ist hier an einem Stab angebracht, welcher sich gegen eine Säule stützt und von einem Faden in wagrechter Lage gehalten wird. Dieses Instrument zeichnet die Bewegungen auf berußtes Papier auf, welches auf einer durch Uhrwerk getriebenen Walze aufgespannt ist. Sehr empfindlich und die leisesten Bewegungen des Bodens wiedergebend ist der

von Professor Wichert in Göttingen erdachte Apparat, ein umgekehrtes Pendel. Der Pendelstab stützt sich hier auf ein durch zwei Federnpaare hergestelltes bewegliches Gehänge und trägt eine sehr schwere Masse an seinem oberen Ende. Die eingehendere Beschreibung all dieser Apparate wurde während des Vortrages an einer Reihe von besonders angefertigten schematischen Zeichnungen erläutert, welche die Haupteigentümlichkeiten der einzelnen Instrumente wiedergaben.

Herr Geh. Hofrat Haid teilte im Anschluß hieran näheres über die beiden Erdbebenapparate, welche in Karlsruhe und Freiburg zur Aufstellung kommen sollen, mit (s. Jahresbericht S. VI.)

613. Sitzung am 13. Mai 1904.

Mitglieder-Hauptversammlung.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 75 Mitglieder.

Neu angemeldetes Mitglied: Herr Kriegsgerichtsrat Dr. Dähn.

Herr Prof. Schultheiss erstattete den Bericht über die Tätigkeit im verflossenen Vereinsjahr. Im Anshluß an den von Herrn Direktor Treutlein gegebenen Kassenbericht teilte der Vorsitzende mit, daß der Kassier Herr O. Bartning sich leider genötigt sehe, sein Amt, das er volle 21 Jahre mit großer Sachkenntnis geführt habe, niederzulegen und er gab seinem Bedauern darüber Ausdruck, daß der Verein ein so verdientes Vorstandsmitglied verlieren müsse. Zum Kassier wurde hierauf einstimmig Herr Geh. Hofrat Dr. Bunte gewählt.

Auf Antrag des Vorsitzenden wurde beschlossen, mit Rücksicht auf die durch die jährliche Herausgabe der Verhandlungen des Vereins bedingten vermehrten Druckkosten den Mitgliedsbeitrag von 5 auf 6 Mark zu erhöhen.

Herr Privatdozent Dr. Schwarzmann hielt sodann einen Vortrag über: „Mikroskopische Technik in der Gesteinskunde“.

Nach den Ausführungen des Redners war die Hauptschwierigkeit, welche sich lange der Einführung des Mikroskopes in der Gesteinskunde entgegengestellt hat, die Beschaffung eines durchsichtigen Beobachtungsmaterials. Im Anfang des 19. Jahrhunderts untersuchten französische Forscher (Fleurian de

Bellevue und Cordier 1815) zum erstenmal Gesteinspulver von scheinbar einfachen Gesteinen und erkannten den Mineralbestand derselben. William Nical und Witham stellten die ersten Dünnschliffe aus verkieselten Hölzern her (1831) und H. C. Sorby fertigte solche zuerst von Felsarten an (1850). Zur Darstellung eines Dünnschliffes scheift man eine Seite eines kleinen Splitters eben und glatt, kittet diese dann mittels Canadabalsam auf ein Glasplättchen und schleift nun ebenfalls auch die andere Seite ab, bis nur noch eine dünne Schicht von ca. 0,03 mm von dem Gesteinsmaterial auf dem Glasplättchen übrig bleibt. In dieser Dünnheit sind fast alle Mineralien bis auf die Erze durchsichtig.

Der Vortragende nahm dann den Unterschied der Gesteinsdünnschliffe und der zoologischen Präparate als Ausgangspunkt für die weitere Entwicklung der mikroskopisch-petrographischen Technik. Diese besteht in erster Linie in der instrumentellen Beobachtung des für diese Zwecke vervollkommneten und zum reinsten optischen Universalinstrument umgewandelten Mikroskopes. Ein drehbarer Objekttisch, Nicolsche Prismen zur Erzeugung polarisierten Lichtes und besondere Condensorsysteme einzeln oder in gleichzeitiger Anwendung gestatten Winkelmessungen, die Beobachtung von charakteristischen Interferenzerscheinungen, zahlenmäßige Bestimmung der Stärke der Doppelbrechung und der Brechungsexponenten, und endlich läßt der auf den Objekttisch des Mikroskopes aufsetzbaze Universaldrehapparat die Betrachtung eines Präparates in verschiedenen ihrer Lage nach meßbaren Richtungen zu. Die mikroskopisch-petrographische Beobachtung verbindet so mit der rein kritischen Betrachtung und qualitativen Unterscheidung eine vielseitige exakte Messung.

Zur Erläuterung und Veranschaulichung projizierte der Vortragende eine Reihe von Dünnschliffen in gewöhnlichem und in polarisiertem Licht und zum Schluß noch einige selbstaufgenommene Mikrophotographien.

Abhandlungen.

Darwin im Spiegel meines Lebens.

Von Dr. Walther May.

Wenn ich im Buche meines Lebens blättre, so fühl ich schon früh das Wehen Darwinschen Geistes. Als fünfjähriges Bübchen wandert ich mit einem Silbergroschen in der Tasche zur Messe, ein Spielzeug zu kaufen, zum erstenmal im Leben nach eigner Wahl. Ich sehe mich noch vor den bunten Sachen der Zehnpfennigbude auf dem Casseler Meßplatz stehen und sehnsüchtig ein kleines Äffchen von Holz in rotem Röckchen an gelber Stange betrachten, nicht wagend, es zu fordern. Endlich überwind ich meine angeborene Schüchternheit, erstehe das Äffchen und bring es freudestrahlend nach Hause.

Meine Mutter hat mir später oft erzählt, wie enttäuscht sie damals war, ich galt für ein so vernünftiges Kind, und sie dachte wunder was für einen vernünftigen Gegenstand ich wählen würde, und nun bracht ich einen — Affen mit nach Hause. Heute freilich denkt sie anders, heute sieht sie in der Wahl des kleinen Affen die erste Spur meiner Liebe zu Darwin.

Und ich selber muß sie wohl auch so ansehen, besonders wenn ich bedenke, daß ich mir vor nicht langer Zeit, als ich ganz vernünftig geworden war, wieder einen Affen gekauft habe. Diesmal zwar nicht einen von Holz für zehn Pfennige, sondern einen von Bronze für fünfzig Mark.

In einem Geschäft der Kaiserstraße zu Karlsruhe hatte schon lang ein kleines Kunstwerk mein lebhaftes Interesse und Verlangen erregt. Auf einem Stoß alter verstaubter Bücher, deren eines den halb verwischten Namen Darwin auf dem Rücken trägt, sitzt ein Affe, der mit nachdenklichem Gesicht einen verwitterten Menschenschädel betrachtet. Sein rechter Fuß umspannt einen Zirkel, dessen Spitzen auf der geöffneten Bibel ruhen, deren Blätter die Worte verkünden: eritis sicut deus. Diesmal war es weniger Schüchternheit als Geldmangel, was mich so lange

zögern ließ, den Affen zu kaufen. Als ich aber ein unerwartet hohes Kollegienhonorar eingenommen, da stürmt ich hin zum Laden und nahm den Affen freudestrahlend in Besitz.

Zwischen diesem ersten und zweiten Affenkauf liegen etwa dreißig Jahre. Durch diese dreißig Jahre zieht sich der Name Darwin wie ein roter Faden hindurch, er hat meinem Leben Richtung und Gestalt gegeben und mir Freud und Leid in Menge eingetragen.

Meine Mutter hielt in früheren Zeiten das Daheim, nicht weil sie gerade seiner religiösen Richtung huldigte, sondern weil es hübsche Romane und hübsche Bilder enthielt. Ich blätterte als Kind oft in den dicken Bänden, und besonders einen Jahrgang holt ich gern hervor. Mit einem gewissen angenehmen Gruseln beschaut ich darin die Abbildungen der Skelette von Mensch und Gorilla, und nicht satt sehen konnt ich mich an dem schrecklich verzerrten Gesicht eines alten Mannes mit weit aufgerissenem zahnlosen Mund, starren Augen und in die Höhe gezogenen Stirnfalten, worunter die Worte standen: äußerste Furcht. Auch fiel mir da eine Ascidie in die Augen, jenes Seetier, das das verbindende Glied zwischen Wirbellosen und Wirbeltieren darstellen soll, das ich aber in meiner kindlichen Naivität für eine gelbe Rübe hielt. Nicht weniger interessierten mich die Embryonen von Mensch und Hund, die ich als menschliche Ohren deutete. Alle diese Bilder gehörten zu einem Aufsatz des Theologieprofessors Zöckler über die Darwinsche Entwicklungstheorie, in dem mit einer für einen Theologen anerkennenswerten Objektivität die große Frage besprochen wird. Ich versuchte auch in diesem Aufsatz zu lesen und hörte da von Naturforschern, die „mit klingendem Spiel und fliegenden Fahnen ins darwinistische Heerlager einzogen,“ so daß ich mir nur denken konnte, es handle sich um einen wirklichen Krieg mit Musik und Fahnen und Zeltlagern. Ich fühlte aber doch, daß ich von dem Aufsatz noch nicht viel verstand, klappte das Buch zu und dachte bei mir: das ist etwas für später.

Und wirklich nahm ich später den Aufsatz wieder vor und las und las darin mit heißer Stirn und schlagenden Pulsen. Denn in diesem Aufsatz hört ich etwas ganz Neues, etwas, das meinem kindlichen Gemüt unerhört schien und mich im Innersten erschütterte. Da las ich, daß ernsthafte Männer zweifeln oder

gar leugnen, daß es einen Gott gibt, einen persönlichen Schöpfer Himmels und der Erden. Da las ich, daß ein Volksschullehrer in einem Vortrag über Religion, Moral und Naturwissenschaft gesagt hatte: „Die Erde wird ein Punkt im Weltraum, der Glaube an einen Schöpfer Himmels und der Erde wird immer schwankender. Endlich erscheint Charles Darwin; hellstrahlend steigt dieser in Licht und Wahrheit prangende einstige Erlöser der Menschheit vom Kirchen- und Pfaffentum mit seiner Entwicklungs- und Züchtungslehre an das Tageslicht des hoffnungsreichen Jahrhunderts empor! Und wahrlich, wer an ihn glaubt, der wird nicht sterben, sondern leben! Ja, ihm werden einst die Kirchen geweiht werden.. Seine und Haeckels heilige Lehren, mehr und mehr ausgebreitet und geläutert, werden die Menschheit durchdringen und sie besser, weiser, menschlicher machen. Wie jetzt noch das Evangelium, so wird einst Darwin die Welt beherrschen".

Ich fühle noch heute den Schauer, der mich durchbebte, als ich diese Worte las. Ich war zwar nie ein wirklich frommes Kind, hatte aber doch in der Schule gelernt, daß es gute und böse Menschen gibt, daß die guten an Gott glauben und die bösen nicht, daß die guten in den Himmel kommen und die bösen in die Hölle. Und gar oft schickt ich auch abends im Bett brünstige Gebete zum Vater im Himmel empor, die stets dieselbe Bitte enthielten: „lieber Gott, mach doch, daß ich morgen in der Rechenstunde nicht gefragt werde". Und nun hört ich auf einmal, nicht nur frivole Bösewichter, sondern auch ernsthafte Männer der Wissenschaft leugnen Gott. Das war für mich der Apfel vom Baum der Erkenntnis, der erste Stein, der aus dem festgefügten Bau des kindlichen Glaubens ausgebrochen wurde, der erste Keim aller künftigen Zweifel und geistigen Schmerzen, aber auch die Wurzel all des hellen Enthusiasmus, der später meinem Herzen entquoll, da ich mich als kühnen Soldaten fühlte im großen Befreiungskampfe der Menschheit.

Ich darf wohl ohne Übertreibung sagen, daß die Lektüre des Zöcklerschen Aufsatzes entscheidend war für mein ganzes künftiges Leben. Er regte das erste selbständige Denken in mir an, er führte mich auf die Tribünen der sozialistischen Volksversammlungen in Leipzig, an den Redaktionstisch der Sozialdemokratie in Chemnitz, in die enge Zelle der Strafanstalt in Zwickau,

zu den Füßen Haeckels nach Jena und endlich gar ins Heimatland Darwins.

Doch ich will nicht vorgreifen. Das erste Resultat der Lektüre jenes Aufsatzes war ein von mir im engsten Familien- und Freundeskreis gehaltener Vortrag über die Darwinsche Entwicklungstheorie. Ich erinnere mich noch genau aller Einzelheiten dieser ersten rednerischen Leistung. Ein kleines Schränkchen mit Glastüren, das mir sonst zur Aufbewahrung meiner Spiritusgläser mit Reptilien und Amphibien diente, war auf zwei hölzerne Schemel gestellt und funktionierte als Katheder. Daneben standen zwei Papptafeln, auf die fein säuberlich die Holzschnitte aufgeklebt waren, die ich aus dem Daheim und einer menschlichen Anatomie ausgeschnitten hatte. Vor Beginn des Vortrags hielt ich mich in einer Kammer auf, von der aus ich die Treppe sehen konnte, über die die Dame meines Herzens ins Auditorium kommen mußte. Fast entsank mir der Mut, als ich sie mit der Musikmappe die Stiege hinaufsteigen sah, doch nahm ich alle meine Kraft zusammen und betrat mit erzwungener Ruhe das Katheder. Ich hatte damals einen Rock an, der mir viel zu weit war, und ich fühle heute noch wie mich die langen Ärmel genierten und ich die Hände auf den Rücken hielt, um sie zu verbergen. Das hinderte mich aber nicht, mit Pathos wörtlich nach Zöckler zu deklamieren:

„Entwicklung heißt das Zauberwort, das jetzt auf das wissenschaftliche Forschen und Streben der Gelehrten aller Länder seinen bestimmenden Einfluß übt. Als Entwicklungsgeschichte muß sich nachgerade fast jede Darstellung auf dem Felde der Geschichtschreibung gestalten. Entwicklungsgeschichtlich forscht und schreibt der Sprachgelehrte, der Kultur-, Literatur- und Kunsthistoriker. Um Entwicklung des Gottesbegriffs, der verschiedenen Religionssysteme, der Prinzipien der Glaubens- und Sittenlehre dreht sich alle Tätigkeit der heutigen Schriftsteller auf religiös-theologischem Gebiete. Die gewaltigste Herrschaft aber übt der Gedanke der Entwicklung auf dem Gebiete der Naturwissenschaften aus. Hier hat er seit etwa einem Menschenalter eine tiefgreifende Revolution hervorgebracht und die gesamte früher übliche Methode des Forschens wie der lehrenden und schriftstellerischen Darstellung gründlich umgestaltet. Insbesondere die Naturgeschichte der organischen Reiche, der Menschen-, Tier- und Pflanzenwelt ist

jetzt ganz und gar Entwicklungsgeschichte geworden. Der stolze Versuch einer alles organische Leben unseres Planeten einheitlich genetisch begreifenden, es auf einen gemeinsamen Ursprung zurückführenden Entwicklungstheorie gilt unzähligen Naturforschern der Gegenwart als das wahre Ziel naturgeschichtlicher Forschung, als der notwendige krönende Abschluß alles des bisher im Bereiche der organischen Naturkunde Erstrebten und Erreichten".

Diese Worte verfehlten ihre Wirkung nicht, und bei Wein und Kuchen nahm ich die Lobsprüche der Zuhörer über meinen Vortrag entgegen.

Ich muß es zu meinem Ruhme sagen, daß ich mich in diesem Vortrag sehr objektiv verhielt, so objektiv wie Zöckler in seinem Aufsatz. Ich trat weder als Agitator für darwinistische Ideen auf, noch polemisierte ich dagegen. Ich wartete auf eine Gelegenheit, mir ein festes Urteil zu bilden. Und diese Gelegenheit kam, kam in Gestalt von Haeckels Natürlicher Schöpfungsgeschichte. Mit wahrem Heißhunger verschlang ich die kampfesfreudigen Vorreden dieses Werkes und berauschte mich an den blühenden lebenswarmen Sätzen des Jenaer Enthusiasten. An Darwin selbst wagt ich mich damals noch nicht, ich fühlte wohl instinktiv, daß mich der ruhige kühle Denker wenig angesprochen hätte. Für Haeckel ist ja die Darwinsche Theorie nicht nur eine wissenschaftliche Hypothese zum bessern Verständnis einer Reihe von Naturerscheinungen, für ihn ist sie ein neues Evangelium, die Grundlage einer neuen monistischen Religion. Dieser Gesichtspunkt ist der einzige, von dem aus ein fünfzehnjähriger Jüngling sich für Darwins Lehren begeistern kann. Und ich begeisterte mich dafür in mehr als gewöhnlichem Maße. Tag und Nacht wälzt ich die neuen Gedanken im Kopf herum, bis ich sie für reif genug hielt, als Apostel dafür zu kämpfen, zu leben, zu leiden und, wenn es sein mußte, zu sterben.

Unter meinen Mitschülern regt ich den Gedanken eines monistischen Schülervereins an. Auf dem Spielhof predigt ich das Evangelium des Monismus. Mit eigener Hand schrieb ich eine Zeitschrift zur Verbreitung des Monismus in der Schule. Am Kopf der ersten Nummer prangte ein Medaillonbild Darwins, das ich aus einem Bücherkatalog herausgeschnitten hatte. Der erste Leitartikel handelte über Zweck und Aufgabe des monistischen Schülervereins. Darin war wenig schmeichelhaftes

für Lehrer und Erzieher zu lesen, denen vorgeworfen wurde, den alten verrosteten Kirchenglauben immer von neuem den Köpfen der Jugend einzutrichtern. Das Märtyrertum sollte denn auch nicht lange auf sich warten lassen. In der lateinischen Stunde sah ich, wie ein frommer Jüngling, dem meine atheistischen Reden schon lange ein Dorn im Auge waren, dem Hefte seines Nachbars meine Zeitschrift heimlich entwendete. Er hatte jetzt eine mächtige Waffe gegen mich in der Hand und drohte mir, sie zu führen, das heißt zum Direktor zu tragen, falls ich meine gotteslästerliche Agitation nicht einstellen würde. Mit stolzer Verachtung nahm ich diese Drohungen entgegen, ich war viel zu tief durchdrungen von der Heiligkeit meiner Mission, um dem Gekläffe eines Pfaffenknechts die geringste Beachtung zu schenken. Und das Blatt wanderte zum Direktor. Und der Direktor erschien mit dem Blatt in der Hand in der mathematischen Stunde und hielt vor der andächtig lauschenden Klasse folgende Rede:

„Der Welt ist ein neuer Prophet erstanden, ein vom Himmel gesandter Beglücker der Menschheit ist uns in Gestalt des Walther May erschienen. Was die Welt seit Jahrtausenden geglaubt, Kirchenglaube, Religion und Treue wird umgestoßen. Der Monismus geht auf am heimischen Himmel und wird allgemein angenommen. Walther May hält seinen lauschenden Jüngern monistische Vorträge, gründet einen monistischen Schülerklub und gibt eine Zeitschrift für den Monismus heraus. Der Monismus geht auf wie ein Lumen in dunkler Nacht, und Walther May ist sein Prophet. Betet ihn an!“

Mit diesem Aufruf verließ er das Zimmer. Weitere Folgen hatte die Sache für mich nicht, auch kümmert ich mich wenig um Spott und Hohn und setzte meine Agitation noch einige Zeit im stillen fort, bis das Blättchen aus Mangel an Mitarbeitern sanft und selig entschlief. Zudem genügte mir der kleine Leserkreis bald nicht mehr, und ich sann auf Mittel, meine Ideen unter einem größeren Publikum zu verbreiten. Zu diesem Zweck schrieb ich einen kleinen Aufsatz über die Beobachtung des Ameisenlebens, der zu meiner Freude in der naturwissenschaftlichen Zeitschrift Isis Aufnahme fand. Ich suchte darin die Liebhaber der Insektenwelt für das intelligente Völkchen der Ameisen, das ich selber in künstlichen Nestern in meinem Zimmer hegte, zu interessieren, hauptsächlich weil mir die Ameisen besonders

geeignete Darwinkämpen zu sein schienen. Daher teilt ich in diesem Aufsatz nicht nur verschiedene von mir angestellte kleine Beobachtungen mit, sondern polemisierte auch gegen die landläufige Auffassung des Instinkts und schloß meine Ausführungen mit dem Haeckel abgelauschten ceterum censeo: „Eine naturgemäße Erklärung der staatlichen Einrichtungen der Ameisen kann nur durch die Abstammungs- und Entwicklungslehre gegeben werden. Die Lebensweise und die Einrichtungen der Ameisen wurden ursprünglich von ihnen durch Anpassung erworben und dann durch Gewohnheit und Vererbung befestigt, so daß sie schließlich angeboren erscheinen. Durch neue Anpassungen, durch Abänderung der Lebensbedingungen können natürlich wieder neue Eigentümlichkeiten erworben, alte Einrichtungen aufgegeben werden“.

Bald nach dieser ersten schriftstellerischen Tat fand ich in den freidenkerischen Blättchen „Freie Glocken“ und „Menschentum“ ein Feld, auf dem ich meinen Weltbeglückungssamen aussäen konnte. Unter dem Pseudonym W. M., unter dem wohl niemand einen Primaner vermutete, schrieb ich da über alle möglichen und unmöglichen Dinge, über Sittenlehre und Naturgesetz Menschenkunde und Schulunterricht, Empirie und Spekulation, kurz über alles, was den denkenden Menschengeist und ein enthusiastisches Primanerherz bewegt. Wenn ich jetzt diese Aufsätze wieder lese, so weht es mich daraus an wie Frühlingsluft und Lerchenschlag, und sehnend träum ich mich zurück in jene goldene Zeit, da das Herz so weit und groß die ganze Welt zu umspannen wußte und der nagende Wurm des Zweifels die Seele noch nicht zerfressen hatte. „Es ist wahr, man bezahlt die Träume der Jugend mit den Enttäuschungen des Alters, aber man bezahlt sie nicht zu teuer damit.“ Diesen Gedanken nannt ich damals den weisesten, der je dem Gehirn eines Philosophen entsprungen sei. Und den auf Lebenserfahrung pochenden und mahnenden Stimmen rief ich zu: „Was wäre die Jugend ohne ihre Träume? Nichts! Das Greisenalter wäre ihr vorzuziehen. Denn dies wird ausgefüllt durch die Erfahrungen eines ganzen Lebens und erhellt durch die Erinnerung an das tatkräftige Handeln des Mannes. Was die Lebenserfahrung, was das abgerundete Wissen für den Mann und Greis, das sind die Träume für die Jugend. Sie gewähren ihr Halt und Stütze, sie spornen

sie an zu Fleiß und Ausdauer, zu tatkräftigem Handeln und Schaffen. Sie erheben sie über die rauhe Wirklichkeit und machen ihren Geist empfänglich für alles Hohe und Edle. Nehmt der Jugend ihre Träume und sucht sie als eitle Schwärmereien zu verurteilen, der Schatten der Jugend allein wird zurückbleiben".

So schwärmt ich mit neunzehn Jahren. Und ich kann eigentlich nicht finden, daß ich so unrecht hatte mit dem, was ich da schrieb. Auch sonst liegt mancher gesunde Gedanke in diesen Aufsätzen verborgen. Wie ein roter Faden zieht sich durch sie die alte Haeckelsche Forderung, die Entwicklungslehre in den Unterrichtsplan der Schulen aufzunehmen, eine Forderung, die erst jüngst wieder auf der Naturforscherversammlung in Hamburg erhoben wurde und hoffentlich bald verwirklicht wird. Ich plante damals auch eine kleine Schrift, die unter dem Titel „Glaubensbekenntnis eines Schülers" zeigen sollte, daß der Schüler die Grundprinzipien der Entwicklungslehre schon recht gut verstehen kann. Auf Büchners Rat gab ich ihr dann freilich den Titel „Glaubensbekenntnis eines Wahrheitsfreundes" und widmete sie nicht den Schülern, sondern allen Denkenden, insbesondere der studierenden Jugend, womit allerdings alle Originalität verwischt wurde. Doch klingt im Vorwort die ursprüngliche Tendenz noch nach.

„Noch heute", heißt es da, „stützt sich unser ganzes Unterrichtssystem nicht auf die festen Säulen der Wissenschaft, sondern auf die schwankenden Füße des Glaubens; noch immer herrscht in der Schule statt der Wissenschaft der Wahrheit die Glaubenschaft der Kirche! Wie lange soll dieser Zustand noch andauern, wie lange noch will die Schule die neuern Ergebnisse der Naturwissenschaft verleugnen und die Weltanschauung des Schülers nicht auf dieser einzig wahren und sicheren Grundlage aufbauen? Und da klagt man allgemein über das geringe Interesse, das der Schüler dem naturgeschichtlichen Unterricht entgegenbringt! Ja, ihr Herren Schulvorsteher und Unterrichtsminister, nicht der Schüler ist daran schuld, sondern ihr selbst, euer verkehrter Unterrichtsplan. Statt der lebendigen Stammesgeschichte der Organismen lehrt ihr das trockene, künstliche System, statt der geisterfrischenden Umwandlungslehre die geisttötende Schöpfungslehre, statt der wissenschaftlichen Anthropogenie den unwissenschaftlichen Anthropocreatismus! Und da

soll nun der naturgeschichtliche Unterricht eine gedeihliche Wirkung ausüben."

Im ersten Kapitel des Schriftchens wird dann der Unterricht im Wunderglauben als eine Ursache der „Überzeugungslosigkeit des Schülers" hingestellt, im zweiten das Schulgebet lächerlich gemacht. Die folgenden Abschnitte sind wesentlich Auszüge aus den Schriften von Haeckel, Büchner und Vogt. Unsterblichkeits- und Gottesglauben werden abgetan, die Lehren Darwins verherrlicht. Das letzte Kapitel berührt die soziale Frage.

Damit tat ich den ersten Schritt von der Religion zur Politik. Ein neues Ideal stieg mir auf: politische Freiheit und soziale Glückseligkeit. Schillers Werke wurden mir politische Evangelien. An ihnen übt ich Kehlkopf und Lunge für künftige Volksreden. Und als ich im Jubeljahr der großen französischen Revolution dem Schulzwang endlich entwachsen war, da kauft ich mir den dicksten Knotenstock und den breitsten Kalabreserhut, den ich in Cassels Geschäften auftreiben konnte und wanderte mit Herweghs Gedichten in der Tasche nach Leipzig, um dort die Studenten nicht nur für den Monismus, sondern auch für die hundertjährige Jubelfeier des Bastillesturmes zu begeistern. Es ging das freilich nicht so leicht, wie ich mir vorgestellt hatte, denn der Leipziger Student sah im Antisemitismus die Quintessenz politischen Strebens und war blind und taub für die Ideale des freien Menschentums. Aber bald fand ich im neugegründeten Freidenkerverein Humboldt, zu dessen Vorsitzenden ich mich aufschwang, ein größtenteils aus Arbeitern bestehendes Publikum, das andächtig meinem Freiheitsevangelium lauschte, bis das Universitätsgericht sein Veto einlegte und mir den Freidenkerverein Humboldt und dann auch den Besuch aller Arbeiterversammlungen verbot und mich vier Tage in den Karzer sperrte und schließlich für Lebenszeit von allen deutschen Universitäten relegierte als ich das Verbot übertrat und in der Umgegend Leipzigs über Weltschöpfung und Weltuntergang reden wollte.

Nun war ich ein freier Mann, wenigstens so frei, als es im gemütlichen Sachsen überhaupt möglich ist. Und von dieser Freiheit macht ich denn auch weidlich Gebrauch. Von einem sächsischen Ort zog ich zum andern und predigte das monistische und bald auch das sozialistische Evangelium. Marx erschien mir jetzt als der Heros, hinter dem Darwin fast zurücktrat. In der

materialistischen Geschichtsauffassung sah ich eine notwendige Ergänzung des Darwinschen Lehrgebäudes. Doch war es wiederum nicht Marx selbst, sondern sein Prophet Engels, den ich vornehmlich studierte, wie ich mich früher nicht an Darwin sondern an seinen Propheten Haeckel gehalten hatte. Engels Schriften, besonders seine kleine Abhandlung über die Entwicklung des Sozialismus von der Utopie zur Wissenschaft machten auf mich einen tiefen Eindruck und bildeten das Fundament meiner Agitationsreden in den sozialistischen Volksversammlungen und Vereinen. Doch verlor ich dabei Darwin nicht ganz aus den Augen, und grade bei den Arbeitern fand ich das wärmste Verständnis für die Lehren des englischen Forschers. Ich versuchte jetzt im Engelsschen Sinn den Darwinismus als ein Glied der großen dialektischen Denkweise Hegels aufzufassen.

„Auch in der Naturwissenschaft", sagt ich in einem Vortrag über die Bestrebungen der Arbeiterbildungsvereine, „hat die dialektische Denkmethode große Erfolge errungen. Kant bereits löste das stabile Sonnensystem Newtons auf in die Entwicklung der einzelnen Naturkörper aus einer rotierenden Nebelmasse. Die moderne Naturwissenschaft hat diese geschichtliche Auffassung des Weltsystems nach allen Richtungen hin weiter ausgebildet und ist heut imstande, die Entwicklung des Weltalls in ihren Einzelheiten mit annähernder Sicherheit darzustellen. Aber nicht nur die anorganische, sondern auch die organische Natur hat sich nach der modernen naturwissenschaftlichen Auffassung allmählich entwickelt. Während die großen Naturforscher Linné und Cuvier die absolute Unveränderlichkeit der Tier- und Pflanzenarten gelehrt hatten, zeigte der geniale Engländer Charles Darwin, daß die ganze organische Natur einen ununterbrochenen Entwicklungsprozeß darstellt, indem sich die höheren Organismen ganz allmählich aus den niederen durch die Wechselwirkung von Vererbung und Anpassung im Kampfe ums Dasein herausgebildet haben. Das Verständnis der Darwinschen Entwicklungstheorie sowie der Kant-Laplaceschen Weltentstehungslehre in Arbeiterkreisen zu fördern ist die Aufgabe, die die Naturwissenschaft den Arbeiterbildungsvereinen stellt."

Damit war Darwin mit Hegel und Marx zusammengeschweißt. Sah ich früher in dem großen Briten einen kühnen Kämpfer für freidenkerische Weltanschauung, so galt er mir jetzt als ein

glänzender Vertreter jener dialektischen Denkmethode, aus der auch der wissenschaftliche Sozialismus entsprang. Es sollte noch lange dauern bis mir Darwin das wurde, was er mir heut ist: der größte Repräsentant biologischer Forschung im neunzehnten Jahrhundert und einer der größten Meister wissenschaftlicher Methodik aller Zeiten.

Der Weg zu dieser Auffassung führt über Goethe. Als die engen Mauern der Gefängniszelle mich umschlossen hatten und ich mit einem Schlag dem wechselvollen politischen Leben entrissen war, als die Welt da draußen für mich aufgehört haben schien zu existieren, da suchte und fand ich Ersatz für das Verlorene in den Werken des Mannes, der selbst eine Welt in sich erschuf und dessen Werke diese Welt widerspiegeln.

„Außer den astronomischen Büchern", schrieb ich damals an meine Mutter, „hab ich mir Goethes Werke und Lewes Goethebiographie schicken lassen. Ihr Studium bedingt, daß meine geistige Beschäftigung der Abwechslung nicht ermangelt und auch mein Interesse am Menschenleben rege erhalten wird. Stellen doch Goethes Werke als Teile eines großen Bekenntnisses in ihrer Gesamtheit ein reiches wechselvolles, mannigfaltiges, herrliches Menschenleben dar, ein Menschenleben mit seinem Lieben und Leiden, seinem Kämpfen, Ringen und Streben. Aber nicht nur dies! Auch die ganze Mannigfaltigkeit des äußeren bürgerlichen Lebens zieht an unserem geistigen Auge vorüber. Diese Vielseitigkeit, dieser Universalismus Goethes ist es, was ihn einem Menschen, der abgeschlossen ist von dem großen Getriebe der Welt, so lieb und wert machen muß, denn indem er sich in seine Werke versenkt, lebt er mit und in der Welt, nimmt er teil an ihrem Ringen und Streben, ihren Kämpfen, Leiden und Freuden. Und für den, der zwar stets strebt und denkt und sinnt und forscht und immer nach der Wahrheit sucht, aber immer und immer wieder sieht, daß er sie nicht finden kann, daß er ein Sucher bleiben wird sein ganzes Leben lang, für den hat ja der Dichter die herrlichen, eine Welt voll Trost und Hoffnung in sich schließenden Worte geschrieben: „Wer immer strebend sich bemüht, den können wir erlösen". Nur unvollkommen, nur stümperhaft läßt sich in Worten, läßt sich auf dem Papier der Eindruck schildern, den Goethes Werke in ihrer Gesamtheit, namentlich in einer Zeit wie der jetzigen, auf einen Menschen

von meinem Naturell machen müssen, und mit Werther möcht ich ausrufen: „Ach, könntest du das wieder ausdrücken, könntest dem Papier das einhauchen, was so voll, so warm in dir lebt, daß es würde der Spiegel deiner Seele!“

Mancher Leser wird hier denken, daß auch die kahlen Wände der Gefängniszelle nicht vermocht hatten, den Schwärmer zu kurieren. Und doch müht ich mich gerade damals redlich, der Schwärmerei zu entsagen und „objektiv“ zu werden. Denn was mich bei Goethe so mächtig packte, war seine Objektivität und mehr noch die Entwicklung seines Geistes von der Subjektivität zur Objektivität. Ich wollt ihm darin nacheifern und gleich seinem Meister Spinoza mich bemühen, „niemand zu hassen, zu verachten, zu verspotten, auf niemand zu zürnen und niemand zu beneiden“, sondern mein ganzes Leben der Betrachtung und Erkenntnis der Dinge zu widmen. Mit einer solchen Weltauffassung schien mir eine agitatorische Tätigkeit unvereinbar, wie mir denn auch das ewige kleinliche Nörgeln und Kritisieren des Tagespolitikers der olympischen Ruhe und Heiterkeit Goethischer Denkweise zu widersprechen schien. So schrieb ich nach anderthalbjährigem Ringen der sozialistischen Partei den Absagebrief. Ich konnte darin natürlich meinen Ideenumschwung nicht so schildern, wie ich es hier getan habe, die Leute hätten mich wohl kaum verstanden. Ich schrieb daher nur: „Auch seh ich jetzt klar und deutlich ein, daß ich mir meine politische Überzeugung in einem Alter gebildet habe, in dem ich weder jene Kenntnisse noch jene Lebenserfahrung besaß, die unbedingt nötig sind, um über die schwierigen sozialpolitischen Fragen entscheiden und urteilen zu können“. Daraufhin meinte der Leipziger „Wähler“, es sei abzuwarten, was ich in der Freiheit zu meinem Briefe sagen würde, möglicherweise hätten die Drangsale der langen Kerkerhaft auf meine Denkweise eingewirkt. Etwas weniger tolerant schrieb mir ein Chemnitzer Parteigenosse: „Wenn jemand mit so großem Feuer für eine edle Sache eingetreten ist wie Sie, der kann nicht plötzlich zu einer andern Überzeugung gelangen. Man mag Ihnen versprochen haben was man will, Ihre politische Ehre kann Ihnen niemand wiedergeben noch ersetzen. Ich kann mir denken, welchem Einfluß Sie erlegen sind. Aber weder Sie noch diejenigen, welche Sie zu dem gemacht haben, was Sie jetzt sind, werden eine Freude an Ihnen erleben“.

Diese Worte haben mich mehr geschmerzt als erbittert, wußte der Schreiber doch nicht, welcher Zauberer mir die Waffe aus der Hand gerungen und meinen Arm gelähmt hatte. Ja, ich selbst war mir damals noch nicht so klar über den Einfluß Goethes auf meine Denkweise wie heute. Noch kürzlich, als ich Heines romantische Schule wieder las, ging mir ein neues Licht über diesen Einfluß auf.

Heine wirft da Goethe vor, daß ihn der Pantheismus zum Indifferentisten und Quietisten gemacht habe. Während Schiller für die großen Ideen der Revolution schrieb, die geistigen Bastillen zerstörte und an dem großen Tempel der Freiheit baute, habe Goethe sich mit Kunstspielsachen, Anatomie, Farbenlehre, Pflanzenkunde und Wolkenbeobachtungen beschäftigt. Freilich, meint Heine, besang auch Goethe einige große Emanzipationsgeschichten wie Schiller im Abfall der Niederlande und im Wilhelm Tell, aber er besang sie als Artist. Er behandelte den Enthusiasmus ganz historisch als etwas Gegebenes, als einen Stoff, der behandelt werden soll. Der Geist wurde Materie unter seinen Händen, und er gab ihm eine schöne gefällige Form. Seine Werke zieren unser Vaterland wie schöne Statuen einen Garten zieren, aber es sind Statuen. Man kann sich darin verlieben, aber sie sind unfruchtbar: die Goethischen Dichtungen bringen nicht die Tat hervor wie die Schillerschen. Denn die Tat ist das Kind des Wortes, und die Goethischen schönen Worte sind kinderlos. Als Heine in den Sälen des Louvre die alten Göttergestalten betrachtete, mahnten sie ihn an die Goethischen Dichtungen, die eben so vollendet, eben so herrlich, eben so ruhig sind und ebenfalls zu fühlen scheinen, daß ihre Starrheit und Kälte sie von unserm jetzigen bewegt warmen Leben abscheidet, daß sie nicht mit uns leiden und jauchzen können, daß sie keine Menschen sind, sondern unglückliche Mischlinge von Gottheit und Stein.

Wie viel wahres in diesen Ansichten Heines über Goethe liegt, hab ich an mir selbst erfahren. Was die Verfolgungen der Staatsanwälte, die Predigten der Pfaffen, die Beraubung der Freiheit und die Luft des Gefängnisses nicht über mich vermocht, das vermochte Goethe. Er hat in mir die Kampfnatur gebrochen und mich aus einem Kämpfer und Stürmer zu einem Quietisten und Skeptiker gemacht. Er hat mir viel gegeben,

aber auch viel genommen. Je mehr ich seine Werke studiert
desto mehr wickelt ich mich in eine immer dickere objektiv
Haut ein, bis ich schließlich, aus Angst, der Objektivität zu nah
zu treten, so vom Skeptizismus durchsättigt war, daß ich übe
nichts mehr ein Urteil zu äußern wagte und bei allen Frage
über meine Meinung stets erwiderte: das ist nicht so einfach z
beantworten, das läßt sich nicht so leicht entscheiden. Un
doch ist diese Objektivität eigentlich nicht meiner impulsive
enthusiastisch veranlagten Natur gemäß, doch ist sie ein Pro
dukt der Kunst und nicht der Natur. Vielleicht imponierte mi
Goethes Objektivität grade deshalb so sehr, weil sie mir s
gänzlich fehlte. Doch glaub ich ein nicht ganz ungelehrige
Schüler gewesen zu sein und meinen späteren schriftstelleri
schen Versuchen durch das Streben nach Objektivität genütz
zu haben.

Was mir bei Goethe neben seiner Objektivität am meisten
imponierte, das war seine Naturforschung. Schon früher hatten
mich Haeckels Schriften auf Goethes Naturforschertum aufmerk-
sam gemacht, und ich sah mit dem Jenaer Zoologen in Goethe
einen Vorläufer Darwins, einen Begründer der Descendenz-
lehre auf deutschem Boden. An diesem Glauben machte mich
ein kleines Schriftchen des Zoologen Oskar Schmidt „War Goethe
ein Darwinianer“, das ich im Gefängnis las, einigermaßen irre,
doch zog ich auch ferner gern Parallelen zwischen Goethe und
Darwin. So schrieb ich unmittelbar nach der Lektüre des Schmidt-
schen Aufsatzes in einer Manuskript gebliebenen Abhandlung:

„Wenn nun aber auch Goethe nicht als ein Vorläufer Dar-
wins im eigentlichsten Sinne des Wortes bezeichnet werden darf,
so war er doch in vieler Hinsicht ein Geistesverwandter des
großen Briten. Haeckel hat in jeder Beziehung recht, wenn er
ihm das Prädikat eines denkenden Naturforschers beilegt. Denn
Goethe war kein roher Empiriker, der nur am einzelnen klebt,
sondern suchte den organischen Zusammenhang der Dinge zu
erfassen und zu begreifen, und darin berührt er sich mit dem
wissenschaftlichen Begründer der Descendenztheorie. Er war der
Ansicht, dass Empirie und philosophische Spekulation, Analyse
und Synthese Hand in Hand gehen müssen, wenn die Wissen-
schaft dem menschlichen Erkenntnisbedürfnis etwas befriedigen-
des bieten soll. Die denkende Erfahrung oder das erfahrungs-

mäßige Denken betrachtete er als die alleinige Quelle der wissenschaftlichen Wahrheit.

„Aber noch aus einem andern Grund verdient der deutsche Dichterfürst den Namen eines Geistesverwandten Darwins. Goethe gab bereits der genetischen Denkweise, von der er meinte, daß sich der Deutsche ihr nun einmal nicht entschlagen könne, die volle Ehre und bezeichnete die ihr gegenüberstehende teleologische Denkweise, die die Dinge durch Annahme zwecktätig wirkender Endursachen zu erklären versucht, als einen traurigen Behelf, der völlig beseitigt werden müsse. Die Metamorphose der Pflanze und die Wirbeltheorie des Schädels zeugen für den großen Wert, den Goethe dem Studium der Entwicklungsgeschichte beilegte. Er war der Meinung, daß das Gewordene nur durch die Erkenntnis des Werdens verstanden werden könne. Von Turpin eignet er sich den Satz an: „die Sachen herankommen zu sehen, ist das beste Mittel, sie zu erklären.“ Ferner zitiert er folgenden Ausspruch Turpins: „die allgemeine Organisation eines lebendigen Wesens und die seiner Organe insbesondere lassen sich nur dadurch erklären, daß man Schritt für Schritt die Folge der Entwicklung eines solchen Wesens von dem ersten Augenblick seiner erscheinenden Bildung an bis zu dem seines Todes verfolgt“. „Und auch dies“, fügt Goethe hinzu, „bleibt ein Hauptartikel der Bekenntnisse ernst wirkender Deutscher, welche sich mit Betrachtung der Natur treulich beschäftigen“.

Die Parallele Goethe-Darwin hat mich auch in den Folgejahren der wiedererlangten Freiheit nicht losgelassen, und manche schlaflose Nacht grübelt ich nach über Goethes Stellung zum descendenztheoretischen Problem. Eine präzise Antwort auf diese Frage zu geben, erschien mir um so schwieriger, je mehr ich mich damit beschäftigte und je tiefer ich darüber nachdachte. Schließlich nähert ich mich wieder mehr der Haeckelschen Auffassung, ohne doch ganz mit ihr zu harmonieren.

„Es kann nicht geleugnet werden“, sagt ich in einem Vortrag über Goethes Verhältnis zur Natur und ihrer Wissenschaft, „daß Goethe über die Entstehung der Arten nachgedacht, daß er sich zuzeiten descendenztheoretischen Lehren zugeneigt hat, aber er hat diese Ansichten nicht längere Zeit hindurch verfolgt und eingehender zu begründen versucht. Für ihn war der Ursprung der Tier- und Pflanzenarten wohl wesentlich ein Problem,

das seiner Lösung noch harre. Wir dürfen ihn vielleicht in einem gewissen beschränkten Sinn einen Vorläufer, besser noch einen Geistesverwandten des großen britischen Forschers nennen, wir können ihn als einen prophetischen Verkünder der Transformationslehre bezeichnen, zu weit gegangen erscheint es mir aber, ihn als einen Begründer, ja als den Begründer der Descendenztheorie auf deutschem Boden zu feiern".

Das Studium der naturwissenschaftlichen Arbeiten Goethes gab mir aber noch mancherlei andere fruchtbare Anregung. Vor allem führte es mich zu einer eingehendern Beschäftigung mit Alexander von Humboldt. Noch am Abend desselben Tages, der mir die Freiheit wieder schenkte, kauft ich mir auf der Durchreise in einem Leipziger Antiquariat die Originalausgabe von Humboldts Kosmos. Als ich dann nach Berlin verschlagen wurde, bildete die Lektüre der Humboldtschen Werke und der großen Bruhnsschen Humboldtbiographie einen Lichtblick in dem trüben Dasein, das mir als Korrektor einer Berliner Druckerei beschieden war.

Damals erwachte auch in mir der Trieb, auf den Spuren großer Männer zu wandeln. Sonntags zog ich hinaus nach Tegel, und unter den herrlichen alten Bäumen des unvergleichlichen Parks, wo Natur, Kunst und Geschichte sich die Hand reichen zu schönem Bunde, badet ich meine Seele rein von dem Bleistaub der Woche. In Entzücken versunken durcheilt ich den Park, staunend sah ich die alte mächtige Humboldteiche, die mit ihren schlangengewundenen Ästen und armdickem Eppich unmittelbar den tropischen Urwäldern zu entstammen scheint, die uns Humboldt so unvergleichlich geschildert hat. Anbetend stand ich vor den Gräbern des großen Bruderpaares, vor Thorwaldsens Statue der Hoffnung, und heilige Schauer durchbebten meine Brust, wenn der sanfte Wind, der vom See herüberwehte, leise die Zweige der Rottannen im Hintergrund der Grabstätte bewegte. Wenige Schritte weiter fand ich das einsame Grab des braven Erziehers Kunth mit der in Stein gehauenen Inschrift: „die dankbaren Gehölze preisen den ruhenden Pfleger". So möcht auch ich einst ruhen, flüstert es in mir. Und als ich von dieser düsterfeierlichen Stätte hinaustrat an die lichten Ufer des Tegler Sees, auf dessen Welle tausend schwebende Sterne blinkten, als ich die ausgedehnten Waldungen des Tegler Forstes meilenweit durchwanderte, da fühlte ich mit dem Dichter:

Wie neu der Becher mundet,
Wie drinnen mir das Herz gesundet,
Wie klein die Welt, die mich versehrt,
Wie groß Natur, die mich ernährt.

Wenn ich aber dann wieder umrauscht war von dem Getriebe der Großstadt, wenn der Bleistaub des Maschinensaales sich lähmend auf die Seele legte und die Buchstaben der Korrekturfahnen vor den Augen tanzten, dann war mirs, als hätt ich eine neu gefundene Heimat wieder verloren, und die Worte des großen Schotten Makay variirend, stöhnt ich:

Um mich rauscht das Getriebe der Welt, so kalt, so hohl,
Die Lippe flüstert leise: Schlößchen Tegel, lebe wohl!

Im ersten Band der Bruhnsschen Humboldtbiographie bewahr ich noch heut ein schönes Andenken an diese Tegeler Tage. Eine Gruppe getrockneter Blumen und Blätter: ein Stiefmütterchen, Vergißmeinnicht und Epheublatt vom Grab, ein Fliederblatt von dem prächtigen alten Strauch hinter dem Schlößchen, ein Farrenkraut und einen Birkenzweig. Vor mir auf dem Schreibtisch steht eine Photographie der Grabstätte, an der Wand darüber hängen Stahlstiche von Humboldtporträts, deren Originale ich im Tegeler Schlößchen sah. Ihr Anblick weckt Erinnerungen, die ich nicht tauschen möchte gegen alle Reichtümer der Welt.

Was mich bei Humboldt so mächtig fesselte war dasselbe, was mir Goethes Naturforschung so anziehend gemacht hatte: die eigenartige Verschmelzung wissenschaftlicher und ästhetischer Gesichtspunkte. Und auch bei Darwin glaubt ich später einen ähnlichen Zug zu erkennen, als ich seine berühmte Reisebeschreibung las. Wie sympathisch berührt uns in diesem schönsten Werke des großen Forschers seine ästhetische Freude an den Herrlichkeiten der Schöpfung! Wie fühlen wir mit ihm, wenn er im Dunkel des Urwaldes oder auf den lichten Höhen der Anden dem Enthusiasmus seines Herzens Ausdruck verleiht! Bölsche, der größte Darwinbiograph, hat sehr richtig bemerkt, daß in Darwin sein Leben lang ein Zug zum Dichter gesteckt hat. „Ein Dichter im Sinne eines Mannes, der alle Mittel der höchsten plastischen Gestaltung beherrscht, war er nicht nur, als er in seiner wundervollen Reisebeschreibung ein Bild ferner Zonen dem Leser vor die Seele zauberte, ein Dichter war er in gewissem Sinn auch in seiner größten Arbeit, wenn er mit genialem Fern-

blick das Ganze unserer Kenntnis von den Gesetzen des Lebens auf der Erde zusammenfaßte und zu einer hohen Theorie vergeistigte, die über Jahrmillionen der Erdgeschichte rückwärts flog und das Werden der Dinge aus dem dunkeln Buche der Natur zu enträtseln sich vermaß."

Und zu diesem Dichter hatte ihn Humboldt gemacht. Mit welch hellem Enthusiasmus Darwin die Tropenschilderungen des großen deutschen Reisenden las, hat er uns selbst in seiner Autobiographie erzählt. Und auch später scheinen ihm in Humboldts Kosmos die Kapitel über Ästhetik der Natur am meisten gefallen zu haben. „Wie wahr sind", schreibt er an Hooker, „viele der Bemerkungen über Szenerie, es ist dies ein genauer Ausdruck der eigenen Empfindungen".

Unter den heute lebenden Forschern ist es vor allen Ernst Haeckel, in dessen Werken sich wissenschaftliche und ästhetische Naturbetrachtung die Hand reichen. In dem genialen Jenenser Gelehrten überwiegt der Künstler fast den Forscher. Schon in seiner Jugend fühlt er sich zu Büchern hingezogen, die seinen ästhetischen Neigungen nicht weniger entgegenkommen wie seinem wissenschaftlichen Forschertrieb. Humboldts Ansichten der Natur. Goethes Werke und Darwins Reisetagebuch bilden die Lieblingslektüre des Jünglings. Und später wär er in Sizilien beinah umgesattelt und Landschaftsmaler geworden, hätt er nicht in der Naturforschung selbst die Brücke zwischen Kunst und Wissenschaft gefunden. Die Radiolarien und Medusen, jene wunderbaren Meeresgeschöpfe von unsagbarer Schönheit gaben seinem Künstlersinn nicht weniger Nahrung als seinem Forschertrieb. Und in der Wissenschaft der Morphologie fand er ein Arbeitsfeld, auf dem sein künstlerischer Gestaltungstrieb voll zur Geltung kommen konnte. Bölsche hat schön bemerkt, daß die erste und stärkste Nötigung zur Aufstellung dieser Wissenschaft aus künstlerischen ästhetischen Kreisen und Bedürfnissen stammt und daß nicht umsonst der grandiose Dichter Goethe sie erfunden und der prachtvolle Malerkopf Haeckel sie am erfolgreichsten im neunzehnten Jahrhundert ausgebaut hat. In den Kunstformen der Natur lieferte endlich Haeckel ein Werk, für das ihm Künstler und Forscher zu gleich warmem Dank verpflichtet sind. Daß ein Denker von solcher Geistesart zum glühenden Verehrer und Apostel Goethischer Naturforschung werden mußte, liegt auf der

Hand. Und daß derselbe Denker auch der größte Repräsentant des Darwinismus auf deutschem Boden wurde, ist ein neuer Beweis für die Geistesverwandtschaft Goethes und Darwins.

Indem ich all diese Beziehungen überdachte, wob sich mir der Name des Mannes, der mein erstes Denken so tief beeinflußt hatte, zusammen mit den Namen der Männer, die später meinem Geiste Richtung und Wege wiesen, verschmolzen für mich die Namen Goethe, Humboldt, Darwin und Haeckel zu einer höhern Einheit, wurden sie das leuchtende Viergestirn meines Lebens.

Edle Freuden des Geistes und Gemütes verdank ich dem Kultus dieses Gestirns. Aber auch äußerlich sollte dieser Kultus mir Segen bringen und mich herausreißen aus dem Elend der Berliner Korrektorstelle. Monatelang hatt ich bereits im tosenden Maschinenlärm im Kampf mit dem Druckfehlerteufel gelegen, beginnende Bleivergiftung hatte das Fleisch meiner Zähne schon bluten gemacht, da rettete mich plötzlich ein Vortrag, den ich im Hause meines Onkels, eines angesehenen Berliner Buchhändlers, über Goethes Naturforschung und deren Beziehungen zu Humboldt, Darwin und Haeckel hielt. All den Enthusiasmus, den Goethes Naturkultus in mir geweckt, legt ich in diesen Vortrag hinein, ich redete mit Menschen- und Engelszungen und rührte meines Onkels Herz.

Und mein Onkel schrieb nach Jena an den großen Propheten des Monismus und bat ihn um Rat, wie dem kleinen Propheten zu helfen sei. Und der große Prophet kam nach Berlin, kam in das Haus meines Onkels und saß auf dem Sessel an meines Onkels Tisch, und ich saß ihm gegenüber und hob mit zitternder Hand das Glas und stieß mit Haeckel an auf eine glückliche Zukunft, auf ein gedeihliches Studium an der freien Universität des freien Thüringerlandes. Großer historischer Moment meines Lebens, deiner will ich gedenken bis ans Ende meiner Tage!

„Die Begegnung ist über alle Erwartung gut verlaufen“, schrieb ich sofort nach Haeckels Besuch an meine Mutter, „zur vollständigsten Befriedigung aller, die ihr beigewohnt. Haeckel hat den Eindruck eines prächtigen, natürlichen, guten Menschen gemacht und aller Herzen sich im Fluge erobert. Mit liebevollstem Verständnis ging er auf die Angelegenheit ein, ohne hochmütige Professorenmiene, aber mit Menschenkenntnis und nüchterner praktischer Auffassung.“

Und mein Onkel schrieb gleichzeitig: „Ein Menschenschicksal wurde heut früh in freundlichem Sinne entschieden; das Märchen wurde Wirklichkeit: Haeckel stieß mit Walther auf dessen Zukunft an, lächelte über die Relegierung und Walthers Befürchtung, daß er auf keiner deutschen Universität angenommen würde: dafür werde ich einstehen; ich will nicht gerade sagen, daß es direkt ein Empfehlungsbrief ist, daß Sie auf solche Weise relegiert wurden, aber etwas ähnliches ist es doch". Dann „ich habe allein zwei Stipendien zu vergeben, kommen Sie im Frühjahr nach Jena, es wird mir eine Freude sein, Ihnen hilfreich zu sein". Walther sagt: „jetzt liegt alles bei mir," und er hat recht und wird seine Sache gut machen".

Auf diese Nachrichten antwortete meine Mutter: „Glück auf! Wie der schönste Traum lautet der Inhalt der beiden eben erhaltenen Briefe! Nun bleibe gesund, und die Welt ersteht Dir in ungeahntem neuen Glanz!"

Und sie erstand! Sie erstand in jenem alten berühmten Städtchen am Ufer der Saale, dessen unnennbarer Zauber schon so viele ergriffen hat, die des großen Glücks teilhaftig wurden, in ihm zu leben. Eine neue Jugend, ein zweiter Lebensfrühling ging mir auf, als mich Jenas Mauern umschlossen, als ich zu Haeckels Füßen saß, die Berge und Täler des Thüringerlandes durchstreifte und in den klassischen Städten am Ufer der Saale und Ilm auf Goethespuren wandelte. Meine Briefe aus dieser köstlichen Zeit sind leider nicht erhalten, aber die Antworten lassen darauf schließen, daß sie von glühender Begeisterung durchhaucht waren. Welcher Ort auf der Erde konnte mich wohl auch tiefer ergreifen, als Jena, wo die Namen Goethe, Humboldt, Haeckel und Darwin sich zu herrlicher Arabeske verschlangen?

Hier, in dem lieben närrischen Nest weilte Goethe Wochen und Monate in emsiger Arbeit, hier war er immer ein glücklicher Mensch, weil er keinem andern Raum auf der Erde so viel produktive Momente verdankte. Und ganz besonders ist Goethes Naturforschung mit diesem Orte verknüpft. In Jena hat er seine osteologischen Studien bei Loder gemacht, den Zwischenkieferknochen entdeckt, den botanischen Garten gegründet und im Gasthaus zur Tanne Wolkenbeobachtungen angestellt. Noch heute bewundert der Besucher der Anatomie am Löbdergraben die

Sammlung der kleinen Skelette, die Goethe mit eigener Hand sorgfältig präpariert hat. Ein Felsblock am Fürstengraben erinnert an Döbereiner, den Chemiker, der Goethe in die Geheimnisse der Stöchiometrie einweihte, und gegenüber gemahnt das Haus des alten Buchhändlers Frommann an Minna Herzlieb und Goethes großen naturwissenschaftlichen Roman. An der Ecke des Marktplatzes steht Schillers Wohnhaus, wohin ihn Goethe im Gespräch über die Lehre von der Pflanzenmetamorphose an jenem denkwürdigen Abend des Jahres 1794 begleitete, der ihren Freundschaftsbund fürs Leben begründen sollte. In Schillers Garten am Rande der Leutraschlucht, gegenüber der Villa Ernst Haeckels, steht noch jetzt der steinerne Tisch, an dem die beiden Dichterfürsten manches gute und große Wort auch über naturwissenschaftliche Dinge gewechselt haben. Und wenn wir unsere Schritte hinauslenken in die reizende Umgebung Jenas, so wandeln wir auch hier auf den Spuren des Naturforschers und Naturdichters Goethe. Dem kleinen, traulich im Grünen gelegenen Dörfchen Ziegenhain entstammte der Bauernbursch Dietrich, der Goethe auf seinen Exkursionen begleitete und dem er in der Geschichte seines botanischen Studiums ein so schönes Denkmal gesetzt hat. Und in den Schlössern der alten Dornburg sind die herrlichen Lieder noch wach, die Goethe dort zum Preise der unvergleichlich lieblichen Natur gedichtet hat.

Dasselbe Jahr, das den Freundschaftsbund Schillers und Goethes begründete, brachte auch Alexander von Humboldt zum erstenmal in Goethes Nähe nach Jena. „Alexander v. Humboldt", schrieb Goethe damals in sein Tagebuch, „längst erwartet, von Baireuth ankommend, nötigte uns ins allgemeinere der Naturwissenschaft. Sein älterer Bruder, gleichfalls in Jena gegenwärtig, ein klares Interesse nach allen Seiten hin richtend, teilte Streben, Forschen und Unterricht". Gegen Ende des folgenden Jahres wurde Goethe wieder durch die Anwesenheit der beiden Gebrüder von Humboldt ganz von der bildenden Kunst abgelenkt und zur Naturbetrachtung zurückgeführt. Auf ihre Veranlassung brachte er damals seine Ideen über vergleichende Anatomie und deren methodische Behandlung zu Papier. Zwei Jahre später waren die beiden Brüder abermals in Jena gegenwärtig, und alles der Natur Angehörige kam philosophisch und wissenschaftlich zur Sprache. Goethe schrieb an Körner, die Gegenwart des

jüngern v. Humboldt reiche allein hin, eine ganze Lebensepoche interessant auszufüllen, da er alles in Bewegung setze, was nur irgend chemisch, physisch oder physiologisch interessant sein könne.

In Alexander v. Humboldts Erinnerungen bildete diese Jenaer Zeit stets eine leuchtende Epoche. So schrieb er kurz nach Schillers Tode an dessen Schwägerin Karoline v. Wolzogen, daß er trotz seiner Universalität deutschen Sinn genug besitze, um recht zu fühlen, daß es etwas Großes und Rühmliches für ihn sei, einmal zwischen den Heroen der klassischen Weimarer Jenaer Zeit nicht ganz unbeachtet gestanden zu haben und daß er in den Wäldern des Amazonenflusses und auf dem Rücken der hohen Anden von dem Gefühl durchdrungen war, wie mächtig jene Jenaer Verhältnisse auf ihn gewirkt, wie er durch Goethes Naturansichten gehoben, gleichsam mit neuen Organen ausgerüstet worden sei. Später führt ihn die Naturforscherversammlung von 1836 wieder nach Jena, und er liest dort die glänzende Einleitung zum Kosmos: Über die Verschiedenartigkeit des Naturgenusses und eine wissenschaftliche Ergründung der Weltgesetze, in der der genius loci Jenas gewaltet zu haben scheint. Endlich in seinem neunundachtzigsten Lebensjahre, kurz vor seinem Tode, denkt er noch einmal zurück an die Zeit, die er im Verkehr mit Goethe in Jena verlebt. „Jena," so äußert er damals, „das ich in seinem höchsten geistigen Glanze besuchte, um ernstere anatomisch praktische Studien als Vorbereitung zu meiner vorweltlichen amerikanischen Expedition zu machen, und das fortwährend unter milden Fürsten eine wichtige Stelle in dem freier forschenden Deutschland einnimmt, ist mir durch Erinnerungen ein Lichtpunkt auf dem nur zu langen Lebenspfade geblieben". Er bedauert es lebhaft, daß die beschleunigte Abnahme seiner Kräfte ihn verhindert, der dreihundertjährigen Jubelfeier der Universität beizuwohnen, wohin ihn die liebsten anregendsten Erinnerungen und die wärmsten Dankbarkeitsgefühle ziehen." Auch zu der Enthüllungsfeier der Denkmäler Goethes, Schillers und Wielands in Weimar war eine Einladung des Großherzogs Karl Alexander an Humboldt ergangen, und in dieser hieß es: „Sie sind so unzertrennbar von allem Großen und Schönen des Vaterlands, so unzertrennbar von der Zeit, auf welche jene Namen hinweisen, daß ich mir jene Feste ohne Sie nicht denken kann".

Ein Menschenalter nach dieser klassischen Epoche sollte Jena wieder die Augen der Welt auf sich lenken. Als die Wogen der darwinistischen Bewegung am höchsten gingen, nannte Karl Vogt die kleine Universitätsstadt die Hochschule des Darwinismus. Der Geist Goethes und Okens war wieder auferstanden und regte kühn seine Schwingen. Keine wissenschaftliche Körperschaft in Deutschland hatte damals eine grössere Zahl von aktiven Darwinianern aufzuweisen als die medizinisch-naturwissenschaftliche Gesellschaft Jenas. Die Namen Haeckel, Gegenbaur, Wilh. Müller, Bardeleben, Strasburger, Richard und Oskar Hertwig, Detmer und Preyer zeugen dafür, wie richtig Vogts Bezeichnung war. Zu meiner Zeit hatten freilich schon viele dieser Koryphäen des Darwinismus Jena verlassen, aber andere tüchtige und aufstrebende Kräfte waren an ihre Stelle getreten. Da war Stahl, der geistvolle Erforscher der Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Schnecken, der Flechtenentwicklung und Kompaßpflanzen, Kükenthal, der kühne Polar- und Indienfahrer, der Ritterprofessor für Phylogenie, dem ich unendlich viel zu danken habe, Verworn, der geniale Begründer der Cellularphysiologie, und Johannes Walther, der Inhaber der Haeckelprofessur für Geologie und Paläontologie, der Verfasser eines glänzenden Werkes über Geologie als historische Wissenschaft. Wie gern denk ich zurück an die schönen geologischen Exkursionen mit Professor Walther, an meine erste Fahrt mit ihm nach Weimar, wo ich unter seiner kundigen Führung den Park und das Goethemuseum und die herrlichen Odyseelandschaften Prellers zum ersten Male sah.

Vor allen aber war das Haupt der Schule noch da, Ernst Haeckel, der deutsche Darwin. Als ich im Hörsaal des schönen neuen zoologischen Instituts seinen Worten lauschte, da mußt ich mich manchmal an die Stirn fassen, um mich zu vergewissern, daß ich wirklich nicht träumte, aus Haeckels eigenem Mund die Lehren verkünden zu hören, die mich als Knabe und Jüngling so mächtig ergriffen hatten. Wohl war ich jetzt kein so entschiedener Jünger des Monismus mehr als dazumal, da ich die Natürliche Schöpfungsgeschichte verschlang, aber um so mehr imponierte mir nun die Persönlichkeit des großen Apostels der monistischen Religion. Mit innigem Wohlgefallen hingen meine Blicke während des Collegs an den schönen, von innerem Enthusiasmus durchleuchteten Zügen des verehrten Lehrers. Wer

einmal dies herrliche jugendfrische Antlitz, dies leuchtende blaue Auge geschaut, der bleibt in seinem Bann, mag er sich in seiner Weltanschauung auch noch so sehr von den Gedanken des dogmatischen Monismus entfernen.

Und ich entfernte mich von ihnen um so mehr, je mehr ich Darwin aus seinen eigenen Werken kennen lernte. Nicht daß ich in irgend welchen prinzipiellen Gegensatz zum Monismus getreten wäre. Aber er entschwand mir nach und nach aus dem Gesichtskreis in ähnlicher Weise, wie mir früher der Sozialismus entschwunden war. Bis zu jener Jenaer Zeit kannt ich Darwin fast nur aus Haeckel, Büchner, Vogt und andern seiner materialistisch-monistischen Apostel. Das einzige Buch Darwins, das ich bis dahin gelesen, war sein kleines Werk über die Bewegungen und Lebensweise der kletternden Pflanzen. Es hatte mich in meiner Schulzeit dazu angeregt, während unserer Sommerfrischen in Wetzlar im Garten des Schützenhauses das Klettern der Winden und Bohnen, der Weinrebe und des Epheus zu beobachten. Es waren köstliche Stunden, die ich mit diesem Buche in der Hand und in beständiger Wechselwirkung mit der Natur in der alten Goethe- und Wertherstadt verlebte. Aber köstlicher noch waren die Denkerfreuden, als ich mich ein Jahrzehnt später in Darwins Reisebeschreibung versenkte, als ich im Anschluß an meine anatomischen Studien in Jena das Buch über den Ausdruck der Gemütsbewegungen las und Darwins Autobiographie und Briefsammlung allem bis dahin über ihn Gelesenen die Krone aufsetzte.

Wie so oft im Leben die persönliche Bekanntschaft mit einem Menschen ihn ganz anders erscheinen läßt, als wir ihn uns nach den Schilderungen dritter vorgestellt haben, so ganz anders erschien mir jetzt Darwin. Größer, herrlicher als ich ihn mir je geträumt, stand er nun vor mir. Aber nicht als der Prophet des Monismus, nicht als der Verkünder einer neuen metaphysischen Weltanschauung, sondern als der große Forscher, der scharfe Beobachter, der vorsichtig wägende bescheidene Denker. Da war nichts von dem kühnen, alle Schranken mit Leichtigkeit überwindenden Phantasieflug Haeckels, nichts von der materialistischen Dogmatik Büchners und Vogts, da war Goethische Objektivität. Wie das jugendliche Gemüt des enthusiastisch gestimmten Knaben sich an Haeckels himmelhochjauchzenden Schrif-

ten berauscht hatte, so begeisterte sich jetzt der durch Goethes Einfluß gereifte Verstand des Mannes an den nüchternen, aber doch von tief innerlicher Wahrheitsglut durchhauchten Werken Darwins. Darwin erschien mir jetzt als der Typus des Naturforschers überhaupt, als der Heros naturwissenschaftlicher Methodik. Seine Werke schienen mir diese Methodik mit ehernen Zungen zu verkünden, und noch heute möcht ich allen jungen Naturforschern ans Herz legen, durch das Studium dieser Werke Sinn und Geist zu erfüllen mit dem lebenweckenden Odem echter großer Naturphilosophie. Vor allem werden die Briefe Darwins immer das bleiben, als was sie mein trefflicher Lehrer Ernst Stahl in Jena mir gegenüber bezeichnet hat: die Bibel des Naturforschers.

Mit dem Doktordiplom in der Tasche verließ ich Jena. Ich schied wie der, der vom Schönen zu scheiden verdammt ist, scheiden soll, mit abgewendetem Blick. Es war mir, als verlör ich die Hälfte meiner Existenz. Goethe hat einmal gesagt, wer Italien und besonders Rom recht gesehen habe, könne in seinem Gemüte nie ganz unglücklich werden. „Aber“, fragt einer seiner Biographen, „kann der je wieder ganz glücklich werden, der dies nicht mehr sehen darf?“ So könnt auch ich fragen in bezug auf Jena. Noch heute, wenn ich die gesammelten Erinnerungen an das heißgeliebte Städtchen durchblättre oder in träumerisches Sinnen versunken der schönen Perle des Thüringerlandes gedenke, fühl ich wohl eine Thräne im Winkel meines Auges, eine Thräne der Dankbarkeit, Sehnsucht und Wehmut, und bebend flüstern meine Lippen des Dichters sehnende Worte:

> Wer jemals dich erschaute
> In deiner Schönheit klar,
> Kann nimmer dein vergessen,
> Ob auch erbleicht sein Haar.
> Zog er in weite Fernen,
> Ward schon sein Auge trüb,
> Denkt er im Herzen deiner
> Gleich seiner Jugendlieb.

Wer eben aus Jena kommt, dem muß jede andere Stadt öde und leer erscheinen. Und wer gar aus dem gemütlichen idyllischen Nest in den Strudel großstädtischen Lebens geschleudert wird, dem ist zu Mute, als müßt ihm das Herz brechen. Es hätte wohl nicht der langweiligen Schildlausuntersuchung an

der Station für Pflanzenschutz in Hamburg, auch nicht des bleiernen Himmels und ewigen Nebelgeriesels bedurft, um mir das Leben in der großen Hafenstadt so trüb und traurig erscheinen zu lassen; der Verlust Jenas allein hätte genügt. Die reinsten Jeremiaden hat einer meiner Jenaer Freunde meine Hamburger Briefe genannt, in denen heiße Sehnsucht nach dem verlorenen Paradies am Ufer der Saale den Grundton bildet.

In den trüben Wintertagen dieser Zeit der Verbannung tröstete mich wieder Darwin. Mein winzig kleines Stübchen am Speersort hatte kaum Raum für die stattliche Zahl der gesammelten Werke Darwins, die ich mir jetzt anschaffte. Aber es war nicht das Studium dieser Werke allein, das mich mein Leid vergessen ließ. Bis lange nach Mitternacht saß ich damals an einer eigenartigen Arbeit, die mich ganz erfüllte und mir viel Freude bereitete: an der Bearbeitung einer humoristisch-ernsten Familienchronik in Darwinschem Rahmen. „Neue Beiträge zur Entwicklungslehre“ betitelte sich dies Bilderwerk, das ich da für Mutter und Geschwister aus Ansichtspostkarten, Photographien und Holzschnitten zusammenstellte. Eine „Entwicklung der Turnerei und Kriegerei“ war für meinen Bruder, den Militär, eine Entwicklung der Malerei, Geigerei und Radlerei für meine Schwester, die Malerin, Geigerin und Radlerin bestimmt. Wir sehen da turnende Frösche, kämpfende Hunde, hantelnde und fechtende Affen, Manöver spielende Soldaten, malende, geigenspielende und radelnde Tiere und Menschen, alles mit humoristischem Text und dem Inhalt entsprechenden Vignetten und Zierleisten. Den Glanzpunkt des Werkes bildete aber der für meine Mutter bestimmte Teil: „Der Werdegang der Mutterliebe. Frei nach Darwins Lehre.“ Wenn ich die sechzig Tafeln dieses Albums jetzt wieder ansehe, so staun ich selbst über das, was ich da geleistet und bedauere, daß es nicht einem größeren Kreis zugänglich gemacht werden kann. Ein geschmackvolles Titelblatt und zwei schön ausgestattete Widmungsblätter mit Sprüchen über Mutterliebe und einem von mir selbst verfaßten Widmungsgedicht über das Seelenleben der Tiere im allgemeinen und die Mutterliebe im besondern leiten das Ganze ein. Dann folgen die Bildertafeln, die den Werdegang der Mutterliebe in vier Stufen bei Gliedertieren, Vögeln, niedern Säugetieren und dem Menschen schildern. Jeder Tafel ist eine Erklärung beigegeben: bei den

Tieren Zitate aus den Schriften von Tierbeobachtern, beim Menschen Gedichte, die die Mutterliebe verherrlichen. Das Ganze sollte gleichzeitig zeigen, wie viel ethische Momente das Naturstudium einschließt, gewissermaßen eine Bibel der Naturreligion darstellen.

Auch noch ein anderes Schriftstück liegt auf meinem Tisch, das mich in Hamburg lebhaft beschäftigte und Sonnenstrahlen durch das Nebelgeriesel in mein Zimmer und meine verdüsterte Seele fallen ließ. Eine kleine, aber inhaltsschwere Darwinbiographie von Wilhelm Bölsche. Wie oft hab ich feuchten Auges und bewegten Herzens diese Perle unserer biographischen Literatur gelesen und dem herrlichen Dichter und Denker, dem großen Meister deutscher Sprache, in Gedanken die Hand gedrückt für diese köstliche Gabe. So hat uns noch keiner Darwin geschildert, so warm und lebensvoll, so hinreißend und gewaltig. Es ist keine biographische Darstellung im gewöhnlichen Sinne des Wortes, es ist eine machtvolle Predigt, die von Herzen kommt und zu Herzen geht. Selbst die Kapitel, die sich auf Darwins Lehre beziehen, sind von einer inneren Wärme belebt, die uns vergessen läßt, daß das Thema der Menschencharakteristik verlassen wird und von strenger Wissenschaft die Rede ist. Bölsches fließender Stil weiß den sprödesten Stoff zu bewältigen, die schwierigsten Probleme in knapper Form verständlich zu machen. Mit ungewöhnlichem Geschick ist hier alles Wesentliche auf wenigen Seiten zusammengedrängt, nur die gründlichste Kenntnis der Werke Darwins hat dies ermöglicht. Das Buch sollte von allen gelesen werden, die den Staub des Alltagslebens auf einige Stunden von sich abschütteln wollen, es ist der Jugend wie dem Alter, dem Manne wie dem denkenden Weibe gleich sehr zu empfehlen.

Bölsche hat uns später auch mit einer Haeckelbiographie beschenkt, die inhaltlich und formell auf gleicher Höhe steht wie die Darwinschrift, wie denn keiner so befähigt zu einer Würdigung des Jenaer Naturphilosophen war als Bölsche, der gleich Haeckel Naturforscher, Künstler und Philosoph in einer Person ist.

In der letzten Zeit meines Hamburger Aufenthalts sollte mich Darwin noch einmal in ganz anderm Zusammenhang beschäftigen. Ich hatte damals die Freude, die umfangreiche Krebssammlung des Hamburger Naturhistorischen Museums neu ordnen und aufstellen zu können. Als ich an die Gruppe der Ranken-

füßer oder Cirripedien, jener eigentümlichen festsitzenden und beschalten Krustentiere kam, mußt ich zu Darwins großer Monographie über diese Tierklasse greifen, einem Werke, das noch heute als die Grundlage unsrer Kenntnisse in diesem Zweig der zoologischen Wissenschaft gilt. Ich lernte damit Darwin von einer neuen Seite kennen und auch hier hatt ich den Eindruck, daß er das Höchste geboten, was ein Mensch zu bieten vermag. Selbst an einem an sich so trockenen Gegenstand wie der speziellen Charakteristik einer kleinen Gruppe niederer Lebewesen ist der Hauch seines großen Geistes zu verspüren. Kein Ding war geringfügig genug, daß sein Genius ihm nicht Bedeutung und Gehalt zu verleihen gewußt hätte. Es war für ihn zu einer tiefen und fast religiösen Überzeugung geworden, daß jede, auch die geringste Erscheinung in der Natur, jeder Farbenstreifen und jede Schattierung einer Blüte, jeder Regenwurm und jeder Krebs voll hoher Bedeutung ist. Im besondern sah er das Allgemeine, in der Einzeltatsache das Gesetz. Das drückt selbst seinen speziellsten Schriften jenen Charakter der Größe auf, der uns sonst nur in Werken, die allgemeine Menschheitsprobleme behandeln, entgegentritt.

Meine Leidenszeit in Hamburg, deren Dunkel nur durch diese Darwinstudien ab und zu erhellt wurde, dauerte glücklicherweise nicht länger als acht Monate. Aus dem kalten grauen Norden wurd ich plötzlich in den lichten sonnigen Süden Deutschlands versetzt. In Karlsruhe bot sich mir ein reiches, interessantes und mannichfaltiges Feld der Betätigung, das meinen Neigungen um so mehr entsprechen mußte, als der Darwinkultus einen integrierenden Bestandteil dieser Tätigkeit bildete. Ich habilitierte mich an der Technischen Hochschule mit einer Proberede über Humboldt und Darwin, ich las über Darwins Leben und Werke und über Geschichte der Descendenztheorie und sammelte ein reiches Anschauungsmaterial für diese Vorlesungen. Auch hatt ich mannichfache Gelegenheit, in populären Vorträgen außerhalb des Rahmens der Hochschule meine Begeisterung für den Heros denkender Naturforschung auf andere zu übertragen. Und mit ganz besonderer Freude widmet ich mich der Aufstellung einer theoretischen Insektensammlung im Karlsruher Naturalienkabinet, die die dem darwinistischen Lehrgebäude zugrunde liegenden Erscheinungen der sympathischen und Warn-

färbung, der Mimikry und des sexuellen Dimorphismus, so weit sie die Insektenwelt betreffen, veranschaulichen sollte.

Ein klassisches Muster für derartige Aufstellungen ist die Sammlung des britischen Museums in London. Diese mit eigenen Augen zu schauen, war schon lange der lebhafte Wunsch meines Herzens gewesen. Überhaupt hatte sich schon früh eine Sympathie für die große britische Nation und ihre Geistesheroen in mir geregt und eine immer heftiger werdende Sehnsucht, das Inselreich zu bereisen. Schon in einem meiner Zwickauer Gefängnisbriefe gab ich diesen Gefühlen Ausdruck. „Ist doch England", schrieb ich da, „das eigentliche Heimatland der Naturwissenschaften und der Nationalökonomie, also der beiden Wissenschaften, die mich bisher am meisten beschäftigt haben. England hat einen Baco von Verulam, den Begründer der empiristischen Philosophie und der induktiven naturwissenschaftlichen Methode, einen Charles Darwin, den Reformator der biologischen Wissenschaften erzeugt, in England hat Karl Marx, der Vater des wissenschaftlichen Sozialismus gelebt und gewirkt, haben die ersten politischen und wirtschaftlichen Arbeiterkämpfe stattgefunden. Möcht es mir vergönnt sein, das Land, dessen gewaltige wissenschaftliche und industrielle Leistungen mir immer so sehr imponiert haben, noch einmal mit eigenen Augen zu schauen".

Genau zehn Jahre nach dem Schreiben dieser Zeilen sollte meine Sehnsucht gestillt werden. Sie war jetzt um so mächtiger geworden, als ich in meinen Vorlesungen über Darwin genötigt war, Dinge zu besprechen, von denen mir ein anschaulicher Begriff völlig fehlte, die für mich nur Worte und Klänge waren. Die Namen Shrewsbury, Cambridge, Downe, Lichfield, Derby klangen mir schließlich fast mißtönend in die Ohren, weil sie nur Namen, keine Anschauungen für mich waren. Und Goethe hatte mich doch gelehrt, das Wort zu hassen, dem kein anschaulicher Begriff zugrunde liegt. Sein ganzes Leben lang hat er darnach getrachtet, sich durch eigene Anschauung von den Dingen der Welt zu unterrichten. „Ich will auch nicht mehr ruhen", schreibt er in seiner italienischen Reise, „bis mir nichts mehr Wort und Tradition, sondern lebendiger Begriff ist. Von Jugend auf war mir dieses mein Trieb und meine Plage; jetzt, da das Alter kommt, will ich wenigstens das Erreichbare erreichen und das Tunliche tun, da ich so lange verdient und unverdient, das

Schicksal des Sisyphus und Tantalus erduldet habe.“ Und an einer andern Stelle derselben Schrift sagt er: „Und nun dringe ich darauf, daß mir nichts Name, nichts Wort bleibe. Was schön. groß, ehrwürdig gehalten wird, will ich mit eignen Augen sehen und erkennen“. Alle Briefe, die Goethe aus Italien nach Weimar schrieb, sind durchdrungen von der hohen Freude des Verfassers darüber, daß er nun alles, was er bisher nur dem Wort und der Tradition nach gekannt habe, aus eigner Anschauung kennen lernen könne. „So ist denn auch“, ruft er beim Anblick der Lagunenstadt aus, „Gott sei Dank Venedig kein bloßes Wort mehr für mich, ein Name, der mich, der ich von jeher ein Todfeind von Wortschwällen gewesen bin, so oft geängstigt hat.“ Und aus Rom schreibt er dem Freundeskreis in Weimar: „Denn es geht, man darf wohl sagen, ein neues Leben an, wenn man das Ganze mit Augen sieht, das man teilweise in- und auswendig kennt. Alle Träume meiner Jugend seh ich nun lebendig, die ersten Kupferbilder, deren ich mich erinnere, seh ich nun in Wahrheit, und alles, was ich in Gemälden und Zeichnungen. Kupfern und Holzschnitten, in Gyps und Kork schon lange gekannt, steht nun beisammen vor mir, wohin ich gehe find ich eine Bekanntschaft in einer neuen Welt, es ist alles wie ich mirs dachte und alles neu“.

Diese Aussprüche Goethes beleuchten den Gesichtspunkt, der mich leitete, als ich im Sommer 1902 in England auf Darwinspuren wandelte. Auch ich wollte dort nichts neues lernen, sondern nur das längst Bekannte mit eigenen Augen sehen und genießen. Wie ich mir früher in Berlin das Leben Humboldts, in Jena und Weimar das Leben Goethes zu wahrer Gegenständlichkeit erhob, so wollt ich mir nun in England Darwins Leben zu konkreter Wirklichkeit gestalten. Und meine Hoffnung ging glänzend in Erfüllung. Sinnend und schauend wandelt ich auf den Stätten. die durch des großen Forschers Namen geheiligt sind, und reiche Erinnerungsschätze bracht ich mit heim. Es war ein schöner krönender Abschluß dreißigjährigen Lebens und Strebens im Dienste Darwins.

Das Vakuum als Isolator.

Von Hofrat Professor Dr. O. Lehmann.

Die Frage, ob das Vakuum ein Leiter oder Isolator der Elektrizität ist, beschäftigt die Physiker fast schon so lange, als man überhaupt Elektrizität kennt und steht in innigem Zusammenhang mit der Frage nach dem Wesen der Elektrizität.

Wir kommen zu dem Begriff der Elektrizität zunächst durch deren Kraftwirkungen, die elektrische Anziehung und Abstoßung.* Wenn wir selbst einen Körper heranziehen oder fortstoßen, so geschieht es dadurch, daß unser Wille die Muskelkraft in Tätigkeit versetzt. In dem Bestreben die elektrische Kraftwirkung zu begreifen, sie in Gedanken durch unsere eigene Kraft nachzuahmen,** kommen wir deshalb zu der Vorstellung sie müsse ausgeübt werden von einem Wesen, einem Individuum, vergleichbar unserer Person oder durch eine Vielheit von Individuen, den Elektrizitätsatomen (neuerdings Elektronen genannt), welche zusammen das bilden, was man die elektrische Masse oder Ladung nennt.***

---

* Dieselbe wurde demonstriert an zwei großen Konduktoren, von welchen der eine an einer Wage aufgehängt war.

** Schon Protagoras stellte vor mehr als zwei Jahrtausenden den Satz auf: „Der Mensch ist das Maß aller Dinge", welcher auch heute noch Geltung hat.

*** Kirchhoff (Vorlesungen über math. Physik; Leipzig, 1876) betonte allerdings, die Physik habe lediglich eine exakte Beschreibung der Erscheinungen zu geben und definiert deshalb Kraft einfach als Produkt von Masse mit Beschleunigung. Er erklärt aber selbst, daß sich auf solchem Wege eine vollständige Definition der Kraft nicht gewinnen lasse. In der Tat verlangen wir von einer vollkommenen Beschreibung, daß sie auch verständlich sei, das ist aber nicht möglich ohne Bezugnahme auf die menschlichen Empfindungen, schon deshalb nicht, weil die menschliche Sprache und Schrift, die Möglichkeit sich durch Zeichen und Laute zu verständigen gerade darauf beruht, daß wir in jedem Ding ein Spiegelbild unseres Ichs sehen. Hierüber helfen auch die kompliziertesten mathematischen Formeln nicht hinweg, denn sie sind nur Abkürzungen der gewöhnlichen Sprache und das Endresultat wird sich immer, wenn es verständlich sein soll, in dieser ausdrücken lassen müssen.

Sehen oder wägen können wir diese Masse nicht (sie ist ein Imponderabile), wir können ihre Größe nur beurteilen nach der Kraftwirkung und in dieser Hinsicht hat Coulomb das Gesetz gefunden, daß die elektrische Kraft proportional ist den Massen und umgekehrt proportional dem Quadrate der Entfernung. Der Proportionalitätsfaktor hängt natürlich von den gewählten Einheiten ab. Die heute gebräuchliche Einheit ist das Coulomb und die Kraft, mit welcher sich zwei Coulomb in 1 m Entfernung beeinflussen, beträgt rund eine Milliarde Kilogramm, genauer $\frac{9 \cdot 10^9}{g}$ kg. Man kann hiernach einfach durch Bestimmung der elektrischen Anziehung oder Abstoßung zwischen zwei geladenen Konduktoren deren Ladung bestimmen.

Wie zuerst Gray (1727) nachgewiesen hat, kann die Elektrizität in manchen Körpern den sogenannten Leitern oder Konduktoren, ähnlich wie eine Flüssigkeit in einem porösen Stoff, fortströmen, man spricht deshalb von einem elektrischen Fluidum. Natürlich darf man die Existenz dieses Fluidums und der Elektrizitätsatome nicht als eine Tatsache betrachten. Wir sagen nur, die Erscheinungen verlaufen so „als ob" ein solches Fluidum existierte, in Wirklichkeit mag der Sachverhalt ein ganz anderer sein. In diesem Sinne können wir nach dem Coulombschen Gesetz auch den Wert der in einem Konduktor aufgespeicherten elektrischen Energie berechnen; sie muß gleich sein der mechanischen Arbeit, die man aufwenden muß um die Elektrizitätsatome entgegen den Abstoßungskräften, die sie gegenseitig aufeinander ausüben, in den Konduktor hinein zu pressen. Diese Arbeit wird um so größer sein, in je größerer Dichte wir die Elektrizitätsatome aufhäufen wollen, wie ja auch die Arbeit, die wir zum Füllen eines Windkessels an der Pumpe leisten müssen, um so größer ist, auf je größere Spannung wir die Luft zusammenpressen wollen. Und ebenso wie hier mit steigender Dichte der am Manometer abgelesene Druck im Kessel wächst, so wächst bei der Ladung des Konduktors mit steigender Dichte d. h. mit Verminderung des Abstandes der Elektrizitätsatome gemäß dem Coulombschen Gesetz, deren abstoßende Kraft, der elektrische Druck oder die elektrische Spannung, die wir beurteilen können mittelst eines angeschlossenen Elektroskops. Dieses heißt auch Voltmeter, weil die Einheit der elektrischen Spannung

als Volt bezeichnet wird. Man kommt zu dieser Einheit gerade auf Grund der Berechnung der Arbeit, die proportional sein muß einesteils der Ladung, andernteils der Spannung. Um speziell die Elektrizitätsmenge 1 Coulomb auf den Druck 1 Volt zu verdichten, ist die Arbeit $\frac{1}{2g}$ Kilogrammeter erforderlich.*

Infolge ihrer gegenseitigen Abstoßung weichen die Elektrizitätsatome einander soweit wie möglich aus, d. h. sie begeben sich alle an die Oberfläche des Konduktors und sie würden sich noch weiter fortbewegen, wenn sie nicht gehindert würden durch das den Konduktor umschließende isolierende Medium, unter gewöhnlichen Umständen die Luft. Die Dicke der Schicht hat bereits Franklin vergebens festzustellen gesucht. Sie ist nicht meßbar. Aus dem Coulombschen Gesetz ergibt sich, daß die Kraft, mit welcher die Ladung eines Konduktors von demselben nach außen getrieben wird, falls sich auf den Quadratmeter h Coulomb befinden, beträgt: $\frac{9 \cdot 10^9}{9{,}81} \cdot 2 \cdot 3{,}14 \cdot h^2$ kg pro Quadratmeter.

Da sich die Elektrizität in dem umgebenden Medium nicht bewegen kann, muß sie dieses mit der eben berechneten Kraft zurückdrängen. Man gelangt also zu der Vorstellung, daß auf einem in Luft befindlichen Konduktor die elektrische Spannung nur soweit getrieben werden kann, bis sie dem Druck der Atmosphäre der 10 334 kg pro Quadratmeter beträgt, gleichkommt, woraus z. B. folgen würde, daß bei einer Kugel von 1 cm Radius die Elektrizität unter Zurückdrängung der Luft ausströmen muß, sobald die Spannung den Wert 476 000 Volt erreicht hat.

---

* Durch einen ähnlichen Ausdruck wird die Arbeit zur Füllung eines Wasserbehälters dargestellt. (Nach Maxwell verhält sich die Elektrizität wie eine incompressible Flüssigkeit.) Die Arbeit zur Füllung eines Windkessels ergibt sich dagegen wesentlich abhängig von dem anfänglichen Druck des Gases und wird (im Gegensatz zum Fall der Elektrizität) unendlich groß, falls man die Teilchen anfänglich unendlich weit von einander entfernt annimmt. Ursache dieser Verschiedenheit ist die völlig verschiedene Natur des Gasdrucks und des elektrischen Drucks. Beim Zusammenschieben der Gasteilchen wird molekulare Bewegungsenergie (Wärme) aufgespeichert, die Elektrizitätsatome haben aber keine Masse, somit auch keine Bewegungsenergie in diesem Sinne (s. Abraham, Gött. Nachr. 1902, Heft 1).

Tatsächlich kann man ein solches Entweichen der Elektrizität bei immer höher gesteigerter Spannung in Form leuchtender Büschel beobachten* und man war früher nicht wenig erstaunt, daß die leuchtenden Büscheln, wie sie ja im großen in der Natur als St. Elmsfeuer auftreten, sogar aus dem menschlichen Körper, ja selbst aus einem Stück Eis hervorbrechen können, ohne daß man eine Wärmeempfindung hat oder das Eis geschmolzen würde; glaubte man doch in diesen leuchtenden Büscheln, die nicht unerhebliche Wärmewirkungen hervorbringen können**, das ausbrechende elektrische Fluidum selbst zu sehen.

Allein nicht nur das ist merkwürdig, die genaue Untersuchung lehrt auch, daß bei dem Auftreten der Büschel die Luft durchaus nicht zurückgedrängt wird, daß die Büschel vielmehr leuchtende Teile der Luft selbst sind.*** Diese kann ungestört durch die Büschel hindurch zirkulieren, wobei sich deren Farbe nach der Natur des eintretenden Gases ändert und das Ausbrechen der Büschel findet durchaus nicht bei der berechneten Spannung statt, wenn auch allerdings die Entladungsspannung sich mit sinkender Dichte der Luft vermindert und umgekehrt die Erhöhung der Dichte steigt. Schwierig ist auch zu verstehen, das Zustandekommen der Funkenentladung, bei der aus zwei Konduktoren entgegengesetzte Fluida ausbrechen und sich vereinigen, ohne daß klar zu erkennen wäre, an welcher Stelle sie sich treffen und weshalb sie sich immer genau treffen und nicht etwa an einander vorbeischießen. Daß der Prozeß im Prinzip kein anderer ist als der der Büschelentladung geht daraus hervor, daß sich alle möglichen Übergänge beobachten lassen, büschelartig verzweigte Blitze, wie wir sie häufig bei Gewittern in großem Maße in der Natur sehen können.

Wäre die Theorie zutreffend, dann müßte die Entladungsspannung oder der Entladungsgradient — man versteht darunter den Abfall der Spannung auf die Entfernung 1 vom Konduktor — um so geringer werden, je kleiner der Luftdruck und das vollkommene Vakuum müßte der denkbar beste voll-

---

* Es wurden hier Büschelentladungen an einem Hochfrequenztransformator demonstriert, welche ca. 30 cm Länge erreichten.

** Zum Beweis wurde eine Gasflamme daran entzündet.

*** Siehe O. L. Wied, Anm. 55, 366, 1895 (Fig. 1 u. 2).

kommenste Leiter sein, in welchem die Bewegung der Elektrizität ohne jeden Widerstand stattfindet.

Schon in wenig Kilometern Höhe über der Erdoberfläche haben wir ein fast vollkommenes Vakuum. Wollte man also, wenn einmal die Steinkohlen zu Ende gehen, die Sonnenglut der Sahara dazu benutzen durch riesige Dynamomaschinen elektrische Energie zu erzeugen, so brauchte man diese Maschinen nur so einzurichten, daß die Elektrizität in Form eines gewaltigen St. Elmsfeuers in jenes Vakuum hinausstrahlte. Man würde dann verhältnismäßig billig die Kraft nach unseren Gegenden übertragen können, da nur eine einzige Leitung notwendig ist, bis zum Elektromotor, dessen anderes Ende wieder mit einem Blitzableiter zu verbinden wäre um den elektrischen Kreis nach der Seite der höheren Regionen zu schließen.

Die Polarlichter, die man in jenen höheren Regionen häufig beobachtet, hat man in der Tat schon in alter Zeit für elektrische Strömungen in den äußerst verdünnten Schichten der Erdatmosphäre gehalten, deren Rückstrom durch die Erdoberfläche als sogenannter „Erdstrom“ die Magnetnadeln der magnetischen Observatorien in unruhige Bewegung versetzt und den Betrieb der Telegraphenleitungen zuweilen Stunden, ja sogar, wie es in diesem Jahre vorgekommen ist, tagelang unmöglich machen kann. Der Zusammenhang der Erdströme und Nordlichter mit den auf der Sonne auftretenden Flecken und Protuberanzen macht es äußerst wahrscheinlich, daß hier eine elektrische Strömung in den höchsten Schichten der Atmosphäre stattfindet, wenn auch ein exakter Beweis bisher nicht gelungen ist.

Obwohl also anfänglich, insbesondere zu Ende des 18. und zu Anfang des 19. Jahrhunderts als selbstverständlich betrachtet und auch häufig mit Entschiedenheit ausgesprochen wurde,* dass die Elektrizität völlig unbehindert durch den leeren Raum hindurchströmen könne, das Vakuum also gewissermaßen ein vorzüglicher Leiter ohne Widerstand sei, so machten sich doch schon um jene Zeit allerlei Bedenken geltend, weil es nicht gelingen

---

* Siehe J. Cuthbertson, Abhandlung von der Elektrizität aus dem Holländischen, Leipzig 1786 S. 144, O. L. Entladungen 8, 520, und Poisson und Biot, Encyclopaedia Britanica, Suppl. IV. Elektricity 76, 81 etc. O. L. Entladungen 20.

wollte, die vermutete vollkommene Leitungsfähigkeit des Vakuums experimentell nachzuweisen; ja John Walsh (1773), William Morgan (1785), Davy (1822) und Plücker (1859) glaubten durch ihre Versuche geradezu nachgewiesen zu haben, daß das Vakuum nicht leite. Der Holländer Cuthbertson behandelt diese Frage in seinem Lehrbuch der Elektrizität, dessen deutsche Übersetzung im Jahr 1786 erschien, mit besonderer Ausführlichkeit und verteidigt die neue Ansicht, daß das Vakuum kein Leiter sein könne hauptsächlich auf Grund der Tatsache, daß das Licht der Entladungen mit zunehmender Verdünnung der Luft immer schwächer wird. Der Übersetzer bemerkt dazu: „Herr Cuthbertson scheint hier seinen Gegnern zu viel zu tun, denn es wird hoffentlich kein Mensch behauptet haben, dass ein leerer Raum ein leitender Körper sein könne; übrigens ist doch wohl soviel wahrscheinlich: wenn das Gefäß von Luft leer gepumpt ist und sich kein anderer elektrischer Körper mehr in demselben befindet, so kann sich nichts der abstoßenden Kraft in den Teilchen der elektrischen Flüssigkeit widersetzen und die elektrische Materie wird sich in dem ganzen Gefäß ausbreiten, ohne von leitenden Körpern herumgeführt zu werden."

Verbindet man die Elektroden eines elektrischen Eies mit Elektroskopen, so beobachtet man allerdings bei fortgesetztem Auspumpen zunächst ein Zusammensinken der Elektroskope, d. h. eine Verminderung des Widerstandes für den Durchgang der Elektrizität, aber von einem bestimmten Drucke an (gewöhnlich etwa 1 mm) tritt eine Wendung ein, die Elektroskope steigen mit fortgesetzter Evakuierung immer höher und schließlich schlagen die Funken außen um die Röhre, d. h. die Entladung geht leichter durch Luft von gewöhnlicher Dichte als durch das vermeintlich vollkommen leitende Vakuum.

Diese Schwierigkeiten sind übrigens, wie schon Faraday erkannte, keineswegs die einzigen. Wir sind zur Annahme der Existenz von Elektrizitätsatomen gelangt auf Grund desselben Gedankengangs, welcher auch zur Annahme der Existenz materieller Atome geführt hat. Dabei wurde Gebrauch gemacht von dem durch Newton eingeführten Kraftbegriff. Faraday hat mit Recht darauf hingewiesen, daß derselbe durchaus nicht der herkömmlichen auf dem Vergleich mit unserer Muskelkraft beruhenden Bedeutung des Wortes Kraft entspricht und die ver-

meintlichen Erfolge lediglich auf fortwährenden Verwechslungen des älteren und des Newtonschen Kraftbegriffs beruhen, die natürlich unvermeidlich sind, wenn man beide Begriffe mit dem gleichen Worte bezeichnet.

Nach Newtons Auffassung ist eine Kraft bestimmt durch ihre Größe, gemessen durch das Produkt der in Bewegung gesetzten Masse mit der pro Sekunde bewirkten Änderung der Geschwindigkeit, durch Ausgangs- und Angriffspunkt und ihre Richtung bestimmt durch die Richtung der erzeugten Bewegung. All dies entspricht keineswegs dem aus dem Altertum stammenden Kraftbegriff. Ist z. B. die Beschleunigung gleich Null, so wäre nach Newtons Definition keine Kraft vorhanden. In Wirklichkeit können beliebig viele Kräfte vorhanden sein, die sich das Gleichgewicht halten.

Ausgangs- und Angriffspunkt sind nach Newtonscher Auffassung von einander unabhängig. Ein Himmelskörper im leeren Raum ist ein Zentrum, von welchem Gravitationskraft nach allen Richtungen gewissermaßen ausstrahlt, eine Kraft, die nur einen Ausgangspunkt und im allgemeinen keinen Angriffspunkt besitzt.

Tatsächlich gibt es nun wohl Kräfte, die nur einen einzigen Ausgangs- oder Angriffspunkt besitzen, die sog. Trägheitswiderstände, ebenso die Zentrifugalkräfte, jede wahre Kraft besitzt aber zwei Angriffspunkte, von welchen man den einen Ausgangspunkt nennen mag, und sie ist ohne diese nicht denkbar.

Ein einfaches Beispiel ist das bekannte Schulexperiment zweier durch einen elastischen Faden oder eine Spiralfeder verbundener Massen auf der Schwungmaschine oder ein Geschwindigkeitsmesser, bestehend aus einem Zentrifugalregulator, dessen Kugeln durch eine Federwage gegeneinander gezogen werden und diese um so weiter ausziehen, je größer die Umdrehungsgeschwindigkeit ist. Hier hat man eine wahre Kraft, die Kraft der gespannten Spiralfeder, welche an beiden Massen oder Kugeln angreift, also zwei Angriffspunkte besitzt und die Zentrifugalkräfte, deren jede nur an einer Kugel angreift, also nur einen einzigen Angriffspunkt besitzt, somit keine wahre Kraft ist.

Sucht ein Arbeiter einen Eisenbahnwaggon in Bewegung zu setzen, so sind ebenfalls tätig eine wahre Kraft, seine Muskelkraft, welche angreift einerseits am Waggon, andererseits am Erdboden, und zwei Trägheitswiderstände, der des Waggons und der der

Erdkugel, der erstere nur an den Händen, der andere nur an den Füßen des Arbeiters angreifend. Die Erde wird tatsächlich in entgegengesetzter Richtung verschoben wie der Waggon, nur können wir dies nicht beobachten, weil wir selbst auf der Erde stehen und uns gleichzeitig mitverschieben. Außerdem ist der Betrag der Verschiebung außerordentlich gering. Die Wirkung tritt aber sofort hervor, wenn der Arbeiter anstatt auf der Erde auf einem anderen Wagen stehend den ersten zu verschieben sucht. Er treibt dann beide Wagen in gleicher Weise auseinander und die Tatsache, daß seine Kraft zwei Angriffspunkte besitzt, tritt sehr deutlich und auffällig hervor.

Im jedem Falle empfindet er beim Schieben des Wagens einen Gegendruck, den sogenannten Trägheitswiderstand des Wagens und eine zwischen ihn und den Wagen eingefügte Federwage würde erkennen lassen, daß dieser Trägheitswiderstand ebenso groß ist wie die Wirkung seiner Muskelkraft (Gesetz der Gleichheit von Wirkung und Gegenwirkung von Newton). Die Feder wird von beiden Seiten gedrückt und befindet sich unter dem Einfluß der beiden Kräfte im Gleichgewicht, somit müssen diese beide Kräfte sein, wenn man die im Altertum übliche Auffassung, welcher zufolge alles was einer Kraft das Gleichgewicht halten kann, ebenfalls eine Kraft sein muß, dem sprachlichen Ausdruck zugrunde legt. Es muß also auch der Trägheitswiderstand des Wagens eine Kraft genannt werden, welche aber nur einen Angriffspunkt hat und auf welche das Gesetz der Gleichheit von Wirkung und Gegenwirkung nicht zutrifft.

Das Vorhandensein der beiden Angriffspunkte ist also charakteristisch für eine wahre Kraft und ein bequemes Mittel sie von scheinbaren Kräften, den Trägheitswiderständen, zu unterscheiden. In manchen Fällen ist allerdings die Unterscheidung doch mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden, denn z. B. ein System zweier Trägheitswiderstände, wie z. B. beim Zentrifugalregulator, hat auch zwei Angriffspunkte. Immerhin läßt sich auch ein solches System leicht von einer Kraft unterscheiden, indem es im Raume nicht frei beweglich ist, was sich besonders deutlich kundgibt durch die Stabilität der Achse eines sich drehenden Kreisels.

Nicht in allen Fällen tritt indes die Stabilität der Trägheitskräfte im Raum deutlich hervor.

Die Kraft des gespannten Dampfes im Zylinder einer Dampfmaschine ist keine wahre Kraft, denn der Angriffspunkte sind unendlich viele und der kinetischen Gastheorie gemäß entsteht sie durch die Stoßkraft sehr vieler bewegter Moleküle. Eine solche Stoßkraft ist keine wahre Kraft, sondern nur eine Trägheitskraft, sie besitzt nur einen Angriffspunkt. Die wahre Kraft, die ihr entgegenwirkt, ist die Elastizität der gestoßenen Wand. Dasselbe gilt für den Flüssigkeitsdruck und den Druck sehr weicher fester Körper, doch kommt bei letzteren bereits eine wahre Kraft hinzu, die Elastizität. Daß letztere nicht allein auftritt, kann man nach den Vorstellungen der kinetischen Theorie als einen Beweis für den Bewegungszustand der Moleküle betrachten.

Sehr deutlich kommt dasselbe zum Vorschein durch die Reaktion beim Ausströmen komprimierter Gase.

Ein Teil der verborgenen Bewegungsenergie der Moleküle geht dabei über in sichtbare Bewegungsenergie, welche nicht auf das Thermometer einwirkt, so daß die Temperatur des Gases sinken muß. Dabei werden diejenigen Bewegungsrichtungen im Gefäß vorherrschen, welche der Ausströmungsrichtung entgegengerechnet sind, da ursprünglich alle Richtungen gleichmäßig vertreten waren.

Ein mit komprimirtem Gas gefülltes Gefäß kann man aber nun mit gleicher Leichtigkeit nach jeder beliebigen Weise wenden und drehen, wie einen festen Körper, der sich in völliger Ruhe befindet. Nehmen wir eine solche Verschiebung vor, so erfolgen im Inneren des Gases Umsetzungen von Bewegungsenergie in Wärme und umgekehrt, welche das Auftreten einer Stabilität der Masse, wie beim Kreisel, unmöglich machen.*

Der erste, welcher die Existenz zweier Angriffspunkte als das Charakteristikum einer wahren Kraft erkannte, ist Faraday.

---

* Nach Lord Kelvin läßt sich auch ein System von Kreiseln ersinnen, welches frei im Raum verschiebbar ist und Deformationen gestattet unter entsprechender Rückwirkung, wie ein gewöhnlicher elastischer Körper (siehe O. L., Molekularphysik 2, 364, Fig. 528). Ein solches System von Trägheitskräften setzt aber immer das Vorhandensein wahrer Kräfte voraus und macht diese somit nicht entbehrlich. Auch Hertz, welcher versuchte alle Kraftwirkungen durch verborgene Bewegungen zu erklären, mußte hierzu Verkuppelungen der Massen annehmen, welche ohne Existenz wahrer Kräfte nicht begreiflich sind. Auch beim Gasdruck treten solche auf in Form der Elastizität, welche bewirkt, daß die Moleküle von den Gefäßwänden abprallen.

Er spricht deshalb von der Achse der Kraft, der Verbindungslinie der beiden Angriffspunkte.

Man kann den Satz aussprechen: Die Richtung einer Kraft stimmt überein mit ihrer Achse. Wo dies nicht der Fall ist, müssen komplizierte Fälle vorliegen, z. B. bei der Wirkung eines geradlinigen Stromleiters auf einen Magnetpol, wobei die Kraftrichtung senkrecht zur Achse steht. Tatsächlich haben die Untersuchungen von Hertz über die endliche Fortpflanzungsgeschwindigkeit der elektromagnetischen Wirkung ergeben, daß hier ein Zwischenmedium mitwirkt, und wenn es gelänge, den eigentlichen Mechanismus der Wirkung, welche der von Satellitenrädern vergleichbar ist, aufzudecken, würden wir wohl finden, daß auch hier die Kraftrichtung zusammenfällt mit der Kraftachse. Jedenfalls muß wohl die Faraday'sche „Kraftachse“ als das ursprüngliche, die Kraft bestimmende angesehen werden, nicht die Newton'sche „Kraftrichtung“.

Eine andere Unklarheit entsteht da, wo der Angriff der Kraft in einer ganzen Fläche stattfindet, wie z. B. bei der Reibung zweier aneinandergleitender Körper, oder bei der auf räumlich ausgedehnte Massen wirkenden Gravitationskraft. Begreiflich werden diese Fälle nur durch Beiziehung der Atomtheorie d. h. durch die Annahme, daß es sich um ein System von Kräften handle.

Aber auch wenn es sich nur um punktförmige oder punktförmig gedachte Massen handelt, tritt eine Unklarheit insofern auf, als unentschieden bleibt, welcher von den beiden Angriffspunkten als Ausgangspunkt der Kraft zu bezeichnen ist. Soll man sagen die Erde zieht den Mond an oder der Mond die Erde? In Wirklichkeit existiert nur eine einzige Kraft mit Wirkung und Gegenwirkung, deren Sitz oder Zentrum aber nicht an beiden Stellen zugleich sein kann.

Zwei Schlittschuhläufer, welche in entgegengesetzten Richtungen aneinander vorbeifahrend sich die Hände reichen, kommen in Umlauf um den gemeinsamen Schwerpunkt. Die Muskelkraft zieht sie gegeneinander, die Trägheitskräfte der bewegten Körper suchen sie zu entfernen. Erstere Kraft greift an beiden Individuen an, die Zentrifugalkraft nur an je einem.

Im Sinne Newtons kann man sagen, die beiden Läufer ziehen sich an, jeder ist der Ausgangspunkt einer Kraft; wir haben es also nicht mit einer, sondern mit zwei Kräften zu tun,

deren gemeinsamer Angriffspunkt die Berührungsstelle der Hände ist. Gleiches würde gelten für zwei ineinander gehakte Spiralfedern; aber auch für eine einzige, wenn wir sie an irgend einem Punkte zerschnitten und wieder verbunden denken. Und da wir diese Zerschneidung an unzähligen Stellen vorgenommen denken können, bis wir zu Atomen gelangen, so läßt sich die Kraft auch auffassen als eine Serie hintereinander geschalteter Kräfte, deren Zahl der der Atome gleichkommt.

Einen elastisch gespannten Faden können wir auch der Längsrichtung nach in Fasern zerlegt denken, d. h. wir haben ein System parallelgeschalteter Kräfteserien, ebenfalls entsprechend der auf den Querschnitt entfallenden Atomzahl.

Schalten wir absichtlich n Kräfte parallel, so findet sich, daß sich die Wirkung ver-n-facht, während die Kraftachse unverändert bleibt (Gesetz der Superposition der Kräfte), bei Hintereinanderschaltung wird die Achse n-mal länger, während die Kraft sich gleich bleibt. (Gesetz der Verschiebbarkeit des Angriffspunkts.)

Wenn nun auch hiernach nichts im Wege stehen würde, jedem von zwei sich beeinflussenden Stoff- oder Elektrizitätsatomen eine besondere Kraft zuzuschieben, ebenso wie zwei sich anziehenden Himmelskörpern, so ist doch ganz unmöglich, mit dem Begriff einer wahren Kraft unverträglich, diese Kräfte als direkte Fernewirkungen, als Ausstrahlungen in das Leere zu denken. Es muß unbedingt ein Berührungspunkt vorhanden sein, wo sie sich begegnen und ein Zwischenmedium, welches die Kraft in Wirklichkeit ausübt, denn die Atome sind nur die Stellen, wo die Kraft angreift, ebenso wie im oben erwähnten Beispiel der sich umeinander drehenden Schlittschuhläufer die Muskelspannung die wahre wirkende Kraft ist, welche allerdings durch den Willen der einen oder andern Person beeinflußt und in dieser Hinsicht als ihre Kraft bezeichnet werden kann. Geben sie sich nicht direkt die Hände, sondern z. B. unter Zwischenfügung eines Spazierstocks, so haben wir eine Serie von Kräften (der Atome des Stockes), die sich aber nach dem Gesetz der Serienschaltung (Gesetz der Verschiebbarkeit des Angriffspunktes) wie eine einzige Kraft mit vergrößerter Achse verhalten.

Besonders deutlich kommt die Bedeutung der Kraftachse auch zur Geltung bei der Arbeitsleistung der Kraft.

Man definiert dieselbe gewöhnlich als Produkt der Kraft mit der Verschiebung ihres Angriffspunktes in ihrer Richtung. Im Grunde genommen ist diese Defination unzulässig, weil eine Kraft nicht einen, sondern zwei Angriffspunkte besitzt und für die von ihr geleistete Arbeit die absolute Verschiebung ihres Angriffspunktes gleichgiltig ist. Die Erde bewegt sich mit allem, was sich darauf befindet, durch den Weltraum. Für irgend einen ruhenden Felsblock mag die Richtung der Bewegung übereinstimmen mit der Richtung der auf ihn wirkenden Schwerkraft. Nichtsdestoweniger leistet diese keine Arbeit. Arbeitsleistung setzt voraus, daß die Achse der Kraft sich verkürzt, wenn es eine Zugkraft, oder sich verlängert, wenn es eine Druckkraft ist. Wird ein Stein horizontal geworfen, so ergibt das Produkt von Gewicht mit Fallhöhe die richtige Arbeitsleistung. Betrachten wir aber den ganz analogen Fall der Bewegung des Mondes um die Erde, so ist die Arbeit gleich Null, da die Kraftachse konstant bleibt, obschon der Angriffspunkt der Kraft eine beständige Beschleunigung in der Richtung der Kraft erfährt.

So kommen wir mit Faraday zu der Vorstellung, dass es Kraftzentra nicht gibt, weder solche der Gravitations- oder Molekularkräfte, noch von magnetischen oder elektrischen Kräften, sondern nur Kraftfäden, und daß die Atome, gleichviel ob Stoff- oder Elektrizitätsatome, nur die Enden der Kraftfäden sind, Stücke mathematischer Flächen ohne Dicke, die aber einen Raum umschließen, welcher nicht von Kraftfäden erfüllt ist, das Atomvolum. Ein solches Volumen müssen wir den Atomen zuschreiben, da sie Massen oder Stoffmengen sind und jeder Stoff einen Raum einnimmt, für denselben Stoff sogar die Menge dem Raum, den er erfüllt, proportional ist. Weshalb aber die Kraftfäden sich durchdringen (superponieren) können, ihre Enden, die Atome oder Massen dagegen nicht, ist schwer einzusehen.* Eine große Schwierigkeit ergibt sich auch insofern, als wir denselben Äther als Aggregat der verschiedenartigsten Kraftfäden denken müssen, die den oben erwähnten verschiedenartigen Kräften entsprechen, was man sich nur in dem Falle anschaulich vorstellen kann, daß

* Auch das Gesetz der chemischen Massenwirkung weist auf die Bedeutung der Masse hin. Man hat aber auch die Vermutung aufgestellt, daß überhaupt alle Masse ähnlich wie die Elektronen nur scheinbar sei. Nach Ostwald wäre Masse nur eine Anhäufung von Energien.



diese Kräfte in Wirklichkeit nicht ihrem Wesen nach verschieden, sondern nur Äußerungen derselben Kraft sind. Bisher ist freilich der Nachweis einer solchen Einheit der Naturkräfte nicht geglückt, vielleicht sind die Kräfte auch tatsächlich verschieden und das Gleichnis des Kraftfadens, welcher ein Abbild eines gespannten an zwei Punkten befestigten Muskels darstellt, ist nicht auf alle Erscheinungen anwendbar.

Immerhin schließt sich die Faradaysche Theorie wenigstens den elektrischen Erscheinungen sehr gut an, im Gegensatz zur älteren Fernwirkungstheorie. Wären, wie diese annahm, die elektrischen Kräfte Wirkungen von Atomen, welche sich vereinigen und trennen können, wie materielle Atome, so müsste es möglich sein, schloß Faraday, positive und negative Elektrizität unabhängig von einander aufzusammeln, so wie es z. B. möglich ist, die Bestandteile des Wassers, Wasserstoff und Sauerstoff, ganz unabhängig von einander in getrennten Flaschen aufzusammeln. Im Gegensatz hiezu bleiben tatsächlich positive und negative Elektrizität immer durch „Kraftröhren" (Kraftlinien) miteinander verbunden, und zwar so, daß sich am Ende einer Röhre, welche Form und Ausdehnung sie auch annehmen mag, immer genau eben so viel Elektrizität befindet wie am Anfang, nämlich solche der entgegengesetzten Art. Diese beiden Ladungen von einander unabhängig zu machen, ist eben so unmöglich, als von einem Magnetstab einen Pol abzubrechen. So wie man sich, um zu erklären, daß beim Zerbrechen eines Magneten an der Bruchstelle. sofort zwei neue entgegengesetzte Pole zum Vorschein kommen, das ganze Innere des Magnetstabes magnetisch polarisiert zu denken hat, so muß man sich auch den Inhalt einer Kraftröhre (Kraftfaden), welche sich z. B. von der Oberfläche eines Konduktors nach den Wänden des Zimmers, nach dem Boden oder der Decke hinzieht, einen Kraftfaden, elektrisch polarisiert denken. Auf der Konduktoroberfläche befinden sich keine Elektrizitätsatome, die Fernkräfte ausüben können, wie man sie früher annahm, und ebensowenig auf den Zimmerwänden; die elektrische Ladung des Konduktors setzt sich vielmehr zusammen aus den gleichartigen Polen sämtlicher Kraftfäden, die Ladung der Zimmerwände, der Decke und des Bodens aus deren entgegengesetzten Polen.

In dieser Auffassung wurde Faraday wesentlich bestärkt

durch die Tatsache, daß im Innern eines Konduktors keine Elektrizität vorhanden ist, wie er in sehr gründlicher Weise derart ermittelte, daß er sich selbst mit einem empfindlichen Elektroskop in einen hinreichend großen Konduktor hineinsetzte, welcher so stark geladen wurde, daß man lange Funken daraus ziehen konnte.

Während also von der Beschaffenheit des Innern eines Konduktors, dessen Kapazität (gemessen durch die Anzahl Coulomb, die er bei 1 Volt Spannung aufnimmt) nicht im mindesten beeinflußt wird, so ergibt sich im Gegenteil, wie Faraday weiter zeigte, ein nach seiner Theorie, ebenso selbstverständlicher wie nach der alten Theorie unverständlicher Einfluß der Natur des den Konduktor umgebenden Dielektrikums. Die Kapazität erweist sich wesentlich größer, wenn dieses Dielektrikum z. B. Glas oder Ebonit ist, als im Falle von Luft. Nach Beseitigung der Luft durch Evakuieren bis zu so niedrigem Druck, daß kein Überströmen der Elektrizität mehr stattfindet, ist sie umgekehrt kleiner.

Auch im absoluten Vakuum müssen noch Kraftfäden bestehen können, und zwar annähernd ebensoviele wie in Luft, da sich das Licht (d. h. elektrische Wellen) durch das vollkommenste Vakuum, ja sogar durch den Weltraum unverändert fortpflanzen kann. Diese elektrischen Wellen sind Änderungen des elektrischen Polarisationszustandes, ganz ebenso wie Schallwellen in elastischen Medien Änderungen des elastischen Spannungszustandes sind. Sie können unmöglich da fortschreiten, wo dielektrische Polarisation nicht möglich ist.

Ein Gas ist in elektrischer Hinsicht Äther mit eingestreuten Gasmolekülen. Daß diese die Kapazität beeinflussen, erklärt sich dadurch, daß sie sich aus entgegengesetzt elektrischen Atomen zusammensetzen, die gegen die entsprechenden Kondensatorplatten hingezogen werden, ohne sich von einander trennen zu können.

Ist das Dielektrikum kein vollkommener Isolator, sondern ein Elektrolyt, so findet eine mehr oder minder starke Strömung der Elektrizität durch dieses Mittel statt, welche verbunden ist mit Wanderung materieller Atome, und zwar derart, daß jedes einwertige Atom eine Elektrizitätsmenge von $1{,}56 \cdot 10^{-19}$ Coulomb, das sogenannte Elementarquantum, ein zwei-, drei-, vierwertiges die zwei-, drei-, vierfache Menge (Valenzladung) mit sich führt und an der Elektrode, wo es sich ausscheidet, abgibt.

Augenscheinlich ist diese Wanderung der Ionen bedingt

durch die Kraft des elektrischen Feldes und man könnte annehmen und hat es auch früher angenommen, sie trete ein, sobald die Kraft des Feldes die gegenseitige Anziehung der zu einem neutralen Molekül vereinigten entgegengesetzt elektrischen Atome übertrifft. Berechnet man indes diese Kraft nach dem Coulombschen Gesetz, so erweist sie sich so überaus groß, daß ganz unverständlich ist, weshalb schon durch ganz geringfügige Spannungen Elektrolyse hervorgerufen werden kann. Sie wäre beispielsweise* zwischen zwei entgegengesetzt geladenen Wasserstoffatomen so groß, daß diese sich mit eine Beschleunigung von 6,67 Milliarden Kilometer pro Sekunde zu nähern suchen.

Man hat sich deshalb genötigt gesehen, anzunehmen, daß schon durch die Kraft der Zusammenstöße infolge der Molekulargeschwindigkeit, welche für Wasserstoff etwa 1,8 km pro Sekunde beträgt (im Durchschnitt), einzelne Moleküle gelockert und in Ionen zertrümmert werden.

Faraday nahm an, daß bei den disruptiven Entladungen die Moleküle tatsächlich durch die Kraft des Feldes zerrissen würden und daß aus diesem Grunde die Entladung erst eintrete nach Überschreiten der Entladungsspannung oder des Entladungsgradienten. Man könnte also sagen: Elektrolyse tritt ein, so lange nur schon vorhandene Ionen durch die Kraft des Feldes fortbewegt werden; Entladung, wenn die Spannung so weit gesteigert wird, daß die Anziehungskraft der Elektroden die chemische Affinität, welche die Atome aneinander bindet, übertrifft und infolge dessen Zerreißung der Moleküle bewirkt.

Von den elektrischen Atomen gehen ebenso wie von den Konduktoroberflächen Kraftlinien aus. Sie beginnen am positiven Atom und endigen am negativen; solange die Atome aber zum Molekül vereinigt sind, verlaufen sie fast vollständig innerhalb des Moleküls, eine Kraftwirkung nach außen ist nicht bemerkbar. Anders, wenn sich infolge der Entladung an einer Stelle plötzlich große Massen von freien elektrischen Atomen bilden, von welchen die positiven der Kathode, die negativen der Anode zustreben. Der Verlauf der Kraftlinien des Feldes wird sofort in der Art geändert, daß nun die Kraftlinien zwischen

* Siehe O. L. Elektrische Lichterscheinungen oder Entladungen. Halle, W. Knapp, 1898. p. 115.

diesen beiden Scharen von Ionen vollständig fortfallen, das elektrische Feld dort gewissermaßen ein Loch erhält, das sich immer weiter ausbreitet, bis es die Oberfläche der Konduktoren erreicht hat, wodurch diese entladen erscheinen. Eine neue Entladung wird erst wieder möglich, wenn durch Herbeiströmen von Elektrizität längs den Elektroden die durch die Ionen zerstörte Ladung der Oberfläche wieder hergestellt wird.

Tatsächlich kann man bei fortgesetzter Steigerung der Spannung bei Elektrolyten zunächst Elektrolyse mit verhältnismäßig geringer Stromstärke beobachten, welche schließlich plötzlich unter Büschel- oder Funkenbildung in disruptive Entladung mit überaus großer Stromstärke umschlägt. Auch bei Gasen läßt sich manchmal anfänglich eine Art Elektrolyse, die konvektive Entladung bei niedriger Spannung beobachten, wenn das Gas z. B. durch Röntgenstrahlen, Becquerelstrahlen, ultraviolettes Licht oder andere Mittel ionisiert ist, diese Ströme sind aber nur äußerst schwach und es erscheint außerordentlich unwahrscheinlich, daß das Spannungsgefälle, welche schließlich Funkenentladung erzeugt (etwa 4000 Volt pro Millimeter), ausreichend sein soll die Moleküle zu zertrümmern.

Man hat hieraus Bedenken gegen die Faradaysche disruptive Theorie abgeleitet, welche Stark dadurch zu beseitigen sucht, daß er annimmt, einige Ionen seien immer vorhanden und diese erlangten bei der Entladungsspannung während ihrer Wanderung infolge der fortgesetzten Kraftwirkung so hohe Geschwindigkeit, daß die Wucht des Anpralls gegen Moleküle allein schon ausreicht, diese in Ionen zu zertrümmern. Das Gas wird also durch „Ionenstoß“* rapid weiter ionisiert und dadurch besser leitend gemacht, so daß plötzlich eine außerordentlich hohe Stromstärke sich einstellt, durch welche die auf den Elektroden aufgespeicherte Elektrizität fast momentan verbraucht wird.

Wie groß diese Stromstärke ist, kann man einigermaßen beurteilen aus der außerordentlich kurzen Dauer der Entladung, die sich z. B. dadurch kund gibt, daß ein vom Funken beleuchteter rasch bewegter Gegenstand still zu stehen scheint, ja daß

* Townsend, Phil. Mag. (6) I, 198, 1901. Mit „Wucht“ wird gewöhnlich die kinetische Energie bezeichnet, welche der Masse proportional ist. Da die Masse der Elektronen = 0 ist, erscheint also die Stoßwirkung der Ionen nicht ohne weiteres verständlich.

es sogar auf diese Weise gelingt, Photographien fliegender Geschosse herzustellen und daß in so kurzer Zeit eine verhältnismäßig ungeheuer große Menge von Elektrizität zur Entladung kommt, wie wir nach den Wärmewirkungen beurteilen können.* Wenn nun auch durch die Hypothese der Ionisierung der Gase durch Ionenstoß den erwähnten Bedenken gegen die Faradaysche Theorie ihre Schärfe genommen wird, wenn man ferner das andere schwerwiegende Bedenken, daß ja Entladung unter ganz denselben Erscheinungen auch in einatomigen Gasen z. B. Quecksilberdampf auftritt, durch die weitere Annahme als beseitigt gelten läßt, daß bei der Entladung nicht eigentlich Ionen in Betracht kommen, d. h. Atome von gewöhnlicher Größe, sondern weit kleinere Partikelchen, die Elektronen, welche aber die volle Valenzladung führen, möglicherweise diese Ladungen allein (Elektrizitätsatome im Sinne von Helmholtz) ohne damit verbundene wägbare Masse, eine Annahme, zu welcher insbesondere auch die Erklärung der Becquerelstrahlen, Kathodenstrahlen, des Zeemann-Phänomens, der Lichtabsorption und Dispersion hingeleitet haben, so bleibt doch noch wieder als eine Hauptschwierigkeit bestehen, daß nach Faradays Theorie das Vakuum ein vollkommener Isolator sein muß, was bisher noch keineswegs experimentell erwiesen ist, vielmehr mit manchen sorgfältigen Untersuchungen der neueren Zeit sehr schlecht zu harmonieren scheint. Wohl verhält sich ein sehr hoch ausgepumptes Entladungsgefäß fast wie ein Isolator; man kann glänzende Funken hindurch schlagen lassen (bei Anwendung von Kondensatoren mit hoher Kapazität) wie durch dichte Luft, isolierende Flüssigkeiten oder feste Isolatoren; man hat sogar Nutzanwendung davon gemacht zu technischen Zwecken, zur Konstruktion von Stromunterbrechern, die den Strom viel rascher unterbrechen, als wenn man etwa eine isolierende Flüssigkeit wie Öl oder Alkohol in die Unterbrechungsstelle eindringen läßt; auch wird Jeder, der mit Röntgenstrahlen

* Demonstriert wurde, daß bei Entladung großer Flaschenbatterien eine so hohe Stromstärke entsteht, daß ein in die Leitung eingeschalteter ca. 30 cm langer dünner Silberdraht nicht nur zum Glühen erhitzt wird, sondern sich vollständig verflüchtigt unter blendender Lichterscheinung und lautem Knall (bedingt durch das Wiederzusammenstürzen der durch den Dampf verdrängten Luftmassen, sobald durch Kondensation des Dampfes ein leerer Raum entstanden ist).

gearbeitet hat, sich nicht selten vergebens bemüht haben unter Anwendung der höchsten Spannungen Entladungen in der Röhre hervorzurufen — im Gegensatz zu alledem ergaben aber die Versuche von Hittorf (1868), daß dieses hohe Isolationsvermögen keineswegs dem Vakuum an sich zukommt, sondern nur einem Teil des evakuierten Raumes in der Nähe der Kathode, dem sog. dunkeln Kathodenraum.

Untersucht man den Spannungsabfall in den verschiedenen Teilen des Entladungsraumes, so findet man, daß fast die ganze Spannungsdifferenz der Elektroden auf die Strecke zwischen Kathode und der Grenze des dunkeln Kathodenraums entfällt, während der Spannungsabfall von hier bis zur Anode, selbst wenn die Strecke eine außerordentlich viel größere ist als die Dicke jenes Dunkelraums, einen relativ sehr geringfügigen Wert hat, der bei weiten Gefäßen kaum meßbar ist. Auffallend tritt der Widerstand des dunkeln Kathodenraums aber erst dann hervor, wenn er, wie dies bei Röntgenröhren, d. h. bei einem Druck von weniger als 0,001 mm der Fall ist, den ganzen Innenraum des Entladungsgefäßes ausfüllt.

Warburg hat zuerst gezeigt, daß der sog. normale Kathodenfall, d. h. die Spannungsdifferenz zwischen Kathodenoberfläche und Grenze des Dunkelraums, falls die Kathode so groß ist, daß sie nicht vollständig von Glimmlicht eingehüllt ist und das Gefäß so weit, daß es nicht von den Glimmlichtstrahlen erreicht wird, unabhängig ist vom Druck des Gases und unter gewöhnlichen Umständen nur etwa 300 bis 400 Volt beträgt. Man wird daher, da der Kathodenfall fast die ganze Spannungsdifferenz ausmacht, sagen können, daß, hinreichend weite Gefäße und hinreichend große Elektroden vorausgesetzt, die Entladung unabhängig vom Druck des Gases immer bei einer Spannungsdifferenz von etwa 400 Volt eintreten wird. In der Tat habe ich bei Anwendung der größten technisch herstellbaren Rezipienten bei dieser Spannung von 400 Volt auch dann noch Entladungen erhalten, wenn in einer gleichzeitig angeschlossenen Röntgenröhre kräftige Röntgenstrahlen auftraten, das Vakuum also niedriger als 0,001 mm war, aber wenn die Stromstärke so groß gewählt wurde, daß sich die Kathode vollständig mit Glimmlicht bedeckte, wuchs selbst bei solchen Versuchen mit den größten herstellbaren Gefäßen der Widerstand so hoch an, daß sogar bei einer Spannungsdifferenz

die in einer Parallelfunkenstrecke eine Schlagweite von 16 cm maß, also Hunderttausende von Volt betrug, die Entladung nicht mehr zu Stande kam. Wie soll man sich nun erklären, daß der Eintritt der Entladung d. h. die dielektrische Festigkeit des Gases in so auffälliger Weise von den Dimensionen des Gefäßes abhängt?

Es mag hier gleich hinzugefügt werden, daß sie nicht minder auffällig abhängt von dem Vorhandensein eines magnetischen Feldes und von dessen Richtung. Sie wird vermindert, wenn magnetische und elektrische Kraftlinien zusammenfallen, erhöht wenn sie senkrecht zu einander sind. Hier scheint ein direkter Widerspruch gegen Faradays Theorie vorzuliegen, der dessen ganze Betrachtungsweise als verfehlt erscheinen läßt und vielmehr zugunsten der älteren Auffassung spricht, daß das Vakuum die Elektrizität sehr leicht passieren lasse und daß nur durch einen eigentümlichen Übergangswiderstand an der Kathode dieses Leitungsvermögen völlig verdeckt werde.

Dies ist um so auffallender als die Faradayschen Vorstellungen in ihrer weiteren Ausbildung durch Maxwell und Hertz zu einer ganz überraschenden Aufklärung auf dem Gebiet der Elektrizitätslehre geführt haben, die von großer Bedeutung wurde für die Entwicklung der Eletrotechnik und insbesondere auch die Entdeckung der elektromagnetischen Strahlung und die Entwicklung der elektromagnetischen Lichttheorie zur Folge hatte.

Ich habe mir deshalb viel Mühe gegeben, eine Erklärung der Erscheinungen zu finden, welche den Widerspruch beseitigt und glaubte wirklich eine solche gefunden zu haben in der Annahme, daß der leuchtenden Entladung stets eine unsichtbare konvektive Entladung vorangeht, die elektrische Luftschichten erzeugt, welche sich auch während des Entladungsprozesses immer wieder ergänzen und dem elektrischen Feld eine ganz andere Beschaffenheit geben, als sie sich aus der Form und dem Abstand der Elektroden ergibt. Diese konvektiven Ströme müssen beeinflußt werden von der Form des Gefäßes und auch von magnetischen Kräften, somit muß auch die durch sie bewirkte Änderung des elektrischen Feldes von diesen beiden Faktoren abhängen.

Die Vorstellung würde namentlich dann zur Erklärung ge-

eignet sein, wenn man die Hypothese macht, daß positive und negative Ionen sehr verschiedene Eigenschaften besitzen, insbesondere daß die negativen Elektronen ihre Elektrizität leicht an die Anode abgeben, während die positiven sich nur langsam an der Kathode entladen und deshalb vorübergehend eine Hülle um dieselbe bilden, die sich fortwährend, so lange der Entladungsprozeß dauert, wieder ergänzt. Hierdurch würde man zugleich eine Erklärung der polaren Verschiedenheiten, insbesondere eine Erklärung für die Existenz des dunkeln Kathodenraums gewinnen, wie ich schon früher berichtete. Es würde sich auch verstehen lassen, weshalb bei Wechselströmen hoher Frequenz die Dicke des Dunkelraums kleiner ist als unter gewöhnlichen Umständen, da gewissermaßen die Zeit fehlt zur Ausbildung der positiven Luftschicht. Für solche Hochfrequenzströme wird deshalb auch die Entladungsspannung wesentlich kleiner sein müssen, als für beständig gleich gerichteten Strom, wie sich tatsächlich darin zeigt, daß bei einem elektrischen Ei, welches Entladung zwischen den innern Elektroden nicht mehr durchläßt, solche noch recht wohl stattfinden kann bei Anwendung äußerer Elektroden, wie schon Plücker beobachtete. Auch beim Einschieben des Eies in eine von rasch alternierenden Strömen durchflossene Drahtspirale kann man ähnliches beobachten. Es entsteht eine sog. Ringentladung*, welche nach Hittorf und Andern durch das Hin- und Herschießen der magnetischen Kraftlinien bedingt sein soll, in Wirklichkeit aber bedingt ist durch die in der Drahtspule hin und her pendelnde Elektrizität, die genau ebenso einwirkt, wie pendelnde geladene Konduktoren. In all diesen Fällen, namentlich auch bei den Versuchen die dielektrische Festigkeit eines verdünnten Gases durch Annäherung des Gefäßes an einen statisch geladenen Konduktors zu finden, tritt stets ein dunkler Kathodenraum auf. Es erklärt sich somit, daß die Versuche mit engen Röhren nur schlecht gelingen und eine Spannung erfordern, die wenigstens im Anfang und bei hohem Vakuum sehr viel größer ist als bei weiteren Röhren. Daß eine Röhre, die einmal angesprochen hat, nunmehr die Entladung leichter durchläßt, findet darin seine Erklärung, daß, wie man leicht mit dem Manometer bei größeren Gefäßen verfolgen kann, die erste eintretende Entladung erheb-

* Dies wurde durch Versuch demonstriert.

liche Mengen des von der Glaswandung absorbierten Gases frei macht und dadurch das Vakuum verschlechtert.*

Das, was mich in erster Linie veranlaßte an einen Einfluß elektrisierter Luft auf die Entladung zu denken, waren Untersuchungen über Glimmentladung in freier Luft, welche im Prinzip identisch ist mit der Glimmentladung in einem elektrischen Ei, gegenüber dieser aber den wesentlichen Vorzug besitzt, daß der von der Entladung durchsetzte Luftraum ohne weiteres zugänglich ist, so daß insbesondere das Auftreten elektrischer Luftschichten mit aller Gründlichkeit untersucht werden kann. Ich habe eine große Zahl quantitativer Versuche dieser Art in großem Maßstabe bei etwa 4 m Elektrodendistanz ausgeführt und in einem früheren Vortrage darüber berichtet. Die Ergebnisse entsprachen im allgemeinen ganz den Erwartungen. Sind an beiden Elektroden Lichterscheinungen vorhanden, so gehen von beiden elektrische Winde aus, die sich gegenseitig durchdringen, zum Teil auch unter Wirbelbildung neutralisieren und in der Nähe der Elektroden in Form unsichtbarer elektrischer Wolken ansammeln. Manche Eigentümlichkeiten der Entladung, insbesondere die Schattenbildungen, der eigentümliche Doppelschatten bei zwei glimmenden Flächen, die sonderbaren Formen der Entladung bei Einschaltung kleiner Funkenstrecken usw. finden ihre einfache naturgemäße Erklärung in dem Auftreten dieser elektrisierten Luftmassen.

Es ist indes klar, daß solche eine Änderung des Feldes nur herbeiführen können bei intermittierender (pulsierender) Entladung und wenn auch in manchen Fällen solche Intermittenzen nachgewiesen werden können, so ist doch die Zahl der Fälle, in denen der Strom anscheinend ein ebenso stetiger ist wie der in einem Elektrolyten, nicht gering.

Man könnte nun annehmen, daß in solchen Fällen die Pulsationen so rasch aufeinander folgen, daß unsere Mittel zum experimentellen Nachweis versagen. Diese Annahme erscheint auch recht plausibel, insofern sich die Eigentümlichkeit zeigt, daß bei Entladungen, auch scheinbar stetigen, die Stromlinien sich

* Es wurde hier durch Vorführung einer großen Zahl kolorierter Projektionsbilder erläutert, welche verschiedenartigen Formen die Entladung annehmen kann und wie die Entstehung derselben durch lokale Anhäufung elektrisierter Luft hervorgebracht gedacht werden kann.

durchschneiden können, was ganz unmöglich ist bei stetigen Strömen z. B. beim Stromdurchgang durch einen Elektrolyten. Indes steht namentlich der Einfluß eines Magnetfeldes auf die Entladungsvorgänge mit dieser Auffassung nicht ganz im Einklang. Man hat geradezu aus dem magnetischen Verhalten der Katboden- und Kanalstrahlen und dem damit in Beziehung stehenden Verhalten gegenüber elektrostatischen Kräften den Schluß gezogen, daß hier tatsächlich auch bei konstantem Strom eine Durchkreuzung der Stromlinien möglich ist, weil unter dem Einfluß der hohen elektrischen Spannung die Ionen eine so hohe Geschwindigkeit (vergleichbar der des Lichtes) erhalten, daß sie sich wenigstens auf einem Teil ihrer Bahn, indem sie vermöge ihrer Trägheit die einmal angenommene Geschwindigkeit behalten, in ganz anderen Bahnen bewegen, als sie durch die Beschaffenheit des Feldes bedingt wären. Die Entdeckung der sog. Lenardstrahlen, Röntgenstrahlen, Becquerelstrahlen und verschiedener anderer neuerer Strahlenarten, die Erfolge der Elektronentheorie auf optischem Gebiete, bildet eine wesentliche Stütze dieser Ansicht, immerhin aber keinen unanfechtbaren Beweis.

Soll eine Entscheidung herbeigeführt werden, so ist unbedingt nötig, die erwähnten hypothetischen unsichtbaren Ströme, welche dem Eintritt der leuchtenden Entladung nach der dargelegten Auffassung vorangehen sollen, wirklich nachzuweisen. Mit dieser Untersuchung habe ich mich in einigen Wochen während der letzten Ferien befaßt und die Mitteilung des Ergebnisses ist der Hauptzweck meines heutigen Vortrags.

Die Ströme mittelst eines Galvanometers nachzuweisen, schien von vornherein aussichtslos, da sich Ströme von solcher Stärke, daß sie ein Galvanometer beeinflussen können, schon bei früheren Untersuchungen hätten bemerkbar machen müssen; außerdem können sehr feine Galvanometer in unserem Institut wegen dessen Lage an der Kaiserstraße überhaupt nicht benützt werden. Ich habe deshalb indirekte Wege eingeschlagen, nämlich die Methode der Ladungsteilung, der Zerstreuung und der Influenzwirkung.* In allen Fällen war das Resultat ein durchaus negatives, obschon weite Entladungsgefäße benutzt wurden. Die Isolationsfähigkeit

---

* Näherer Bericht darüber ist in der Boltzmann-Festschrift, Leipzig, Barth, 1904, S. 287, enthalten.

des Vakuums, auch eines schlechten, war eine vollkommene, mindestens ebenso vollkommen wie die der Luft von gewöhnlicher Dichte, so lange die Entladungsspannung noch nicht erreicht war. Insbesondere ließ sich aus den Influenzversuchen mit Sicherheit erkennen, daß dauernde elektrische Luftschichten in der Nähe der Elektroden, welche also für den Eintritt der Entladung bestimmend sein können, unter keinen Umständen zu erhalten sind.

Damit schwindet die einzige Möglichkeit, die Faradaysche Theorie mit den Tatsachen in Einklang zu bringen, denn einige andere Versuche, die noch zur Erklärung des Dunkelraums unternommen worden sind, wie z. B. diejenigen von Stark und Schmidt, haben denselben Fehler, daß sie zur Erklärung des Einflusses der Gefäßweite und magnetischer Kräfte auf den Eintritt der Entladung dieser vorangehende nicht nachweisbare konvektive Ströme voraussetzen und überdies den schwerwiegenden Nachteil, daß sie nur vereinzelte Erscheinungen zu erklären vermögen, die große Masse aber entweder unerklärt lassen oder geradezu damit in Widerspruch stehen. Stark versuchte, die Entstehung des Dunkelraums dadurch zu erklären, daß innerhalb dieses Raumes die Ionen noch nicht diejenige Wucht erlangen sollen, daß sie beim Auftreffen auf die Elektrode, wo noch katalytische Wirkung hinzutreten soll, die Ionisierung des Gases durch Ionenstoß bewirken, indes läßt sich hienach nicht verstehen, weshalb die Entladungsspannung bei Ableitung der positiven oder negativen Elektrode fast die gleiche ist und demnach an der Anode sich nie ein Dunkelraum zeigt. Schmidt betrachtet den Dunkelraum als einen Raum, der Ionen nur in sehr geringer Zahl enthält, indes fehlt auch hier eine Erklärung der polaren Verschiedenheiten und die Annahme ist überhaupt mehr eine Umschreibung der Tatsachen als eine Erklärung, da kein Grund angegeben wird, weshalb und durch welche Kräfte die Ionen aus dem dunkeln Kathodenraum fortgetrieben werden sollen.

Vorläufig stehen wir also nach wie vor den Entladungserscheinungen völlig ratlos gegenüber, wir können nicht einmal mit Sicherheit sagen, ob sich das vollkommene Vakuum wie ein vollkommener Leiter oder ein vollkommener Isolator verhalten würde und müssen weitere Aufklärungen erwarten, insbesondere von den fortgesetzten Untersuchungen über Becquerelstrahlen,

deren Ergebnisse schon jetzt erkennen lassen, daß die bisher bekannten physikalischen Grundgesetze sich nicht so ohne weiteres auf Erscheinungen dieser Art anwenden lassen, dass vielmehr in dieser Hinsicht noch große Lücken in unserer Naturerkenntnis bestehen, deren Ausfüllung durch die vereinte Tätigkeit aller physikalischen Institute hoffentlich in absehbarer Zeit gelingen wird, obschon freilich die Mittel, welche für solche wissenschaftliche Untersuchungen zur Verfügung stehen, meist völlig unzulängliche sind.*

* Während des Druckes erschien eine Arbeit von G. A. Kemsalech, Memoirs and Proceedings of the Manchester Literary and Philosophical Society, Vol. 48, II, Nr. 10 1903—1904, in welcher nachgewiesen wird, daß das Spektrum eines leuchtenden Radium-Präparats mit dem Spektrum der Glimmentladung in Luft übereinstimmt, was in der Tat auf eine Beziehung zwischen beiden Erscheinungen hinweist. Es heißt dort: „The glow of radium is confined to the surface only, and does not extend into the air. The spectrum of this glow is the same as that of the glow discharge in air. On heating radium, the luminosity of its glow is increased".

Die Dotterumwachsung und Embryonalanlage vom Gangfisch und der Äsche im Vergleich zu denselben Vorgängen bei der Forelle.

Von Dr. **Max Auerbach.**

Die Anregung zu dieser Arbeit hat Herr Hofrat Prof. Dr. O. Nüßlin gegeben, welcher sich seit einiger Zeit mit der Embryonalentwicklung von Gangfisch und Äsche beschäftigt und mir auch einen Teil seiner Objekte zur Verfügung gestellt hat.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Hofrat Nüßlin auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank auszusprechen, sowohl für die freundliche Überlassung seines großen Materials als auch für die vielen Unterstützungen, die er mir durch Rat und Tat hat angedeihen lassen.

Die embryonalen Vorgänge an den Eiern verschiedener Knochenfische, die sich bei der Dotterumwachsung und der Anlage des Embryo abspielen, sind schon von verschiedenen Forschern beschrieben worden. Fast alle Autoren benutzten als Untersuchungsmaterial Forelleneier; einige andere hingegen wie z. B. von Kuppfer (7), Häckel (2) und Vogt (11) stellten ihre Beobachtungen an andern Eiern an; Kuppfer an solchen von *Spinachia, Gasterosteus* und *Gobius,* Vogt an Eiern von *Coregonus palaea;* Vogt ist meines Wissens der einzige, der bis jetzt die Umwachssungsvorgänge am Coregonenei studiert hat.

Wenn die im Vorigen genannten Forscher Gelegenheit gehabt hätten, Eier der von mir untersuchten Fische zu sehen, so dürften wohl diese heutzutage die Stelle der Forelleneier einnehmen, welch letztere bis heute das klassische Untersuchungsobjekt geblieben sind. Die Vorteile der von mir untersuchten Eier liegen in der großen Klarheit und absoluten Durchsichtigkeit der Eischale, die es gestattet, sowohl am lebenden, wie auch am konservierten Material mit der größten Leichtigkeit direkt die statthabenden Veränderungen zu sehen, was bei den

Forellenarten viel schwieriger ist, da hier die Eischale leicht milchig getrübt ist. Man wird ja nun zwar bei genaueren Untersuchungen am konservierten Ei stets die Eischale abpräparieren, jedoch am lebenden muß dies meist unterbleiben, und gerade hier liegt der große Vorteil der zu meinen Untersuchungen verwendeten Eier.

Bei dem jetzigen Stande der Coregonenforschung muß es angezeigt erscheinen, hier ganz kurz einige Worte über dieses Thema zu sagen. Ich stimme auf Grund eigener Anschauung vollkommen mit den Ansichten Nüßlins (18, 19, 20 und 21) überein, daß der Gangfisch eine besondere Art sei und benenne ihn im Gegensatze zu Klunzinger (15, 16, 17) und Fatio (13, 14) *Coregonus macrophthalmus* Nüßl. Allein schon durch den Vergleich der Eier dieses Fisches mit denen des Blaufelchens (*Coregonus wartmanni*) muß man zu der Überzeugung gelangen, daß man es mit zwei verschiedenen Tieren zu tun hat; denn obgleich der Gangfisch kleiner ist als der Blaufelchen, so sind seine Eier doch größer, und ferner ist die Eischale bei ihm durchaus klar und durchsichtig, während sie beim Blaufelchen milchig getrübt ist. Hierzu kommen dann noch deutliche Unterschiede in der Größe der Augen und der Zahl der Reussenzähne, so daß es eigentlich unbegreiflich erscheint, daß immer noch Nüßlins genaue und langjährige Untersuchungen und Erfahrungen angegriffen werden. Es wäre wohl angebrachter, wenn auf anderen Gebieten der systematischen Zoologie einem allzu starken in die Saat schießen neuer Arten etwas gesteuert würde, denn dort stehen die neuen Artdiagnosen sehr oft auf recht schwachen Füßen. Unumstößliche Tatsache ist es, daß sowohl embryologisch, anatomisch und biologisch Gangfisch und Blaufelchen stark voneinander abweichen, und wohl beide Anspruch auf eine besondere Art machen können.

Die Eier aller von mir untersuchten Fische stammen aus dem Bodensee. Bekanntlich ist der Gangfisch ein Winterlaicher, und seine Laichzeit fällt in die Monate November und Dezember. Mein konserviertes Material des Gangfisches stammt aus den Jahren 1902 und 1903. Die abzustreifenden Tiere wurden in einem Brunnentroge des Hotel Adler in Ermatingen gehalten, und nach Bedarf die künstliche Befruchtung vorgenommen.

Im Gegensatze zum Gangfisch laicht dagegen die Äsche (*Thymallus vulgaris*) im Frühjahr (März und April). Auch diese

Eier erhielt ich am Bodensee im Frühjahr 1903, und zwar größtenteils von Fischen aus dem Untersee. Es dürfte von Interesse sein, zu vernehmen, daß die Fischer einen Unterschied der Eier der im See laichenden Äschen und der im Rhein bei Stein laichenden machen. Ich konnte mich selbst von der Richtigkeit dieser Aussage überzeugen. Die Eier aus dem See sind deutlich kleiner wie die aus dem Rhein, und ferner haben die Ölkugeln der Rheineier eine schön tief orangerote Färbung, während die aus dem See mehr gelblich sind. Es liegt mir auch je ein laichreifes Pärchen aus See und Rhein vor, und da zeigen sich erstere bedeutend größer als letztere. Ich wage natürlich nicht, aus diesen wenigen Angaben und den wenigen untersuchten Exemplaren schon Schlüsse zu ziehen. Merkwürdig bleibt der Unterschied in der Größe der Eier und derjenigen der Fische aber doch. Ob die hier angegebenen Unterschiede auch bei Untersuchung eines umfangreichen Materials noch bestehen bleiben, und ob vielleicht die Strömungsverhältnisse in ihrer Hervorbringung eine Rolle spielen, soll bei einer später erfolgenden eingehenden Untersuchung zu erforschen gesucht werden.

Die Konservierung des Materials erfolgte in sehr verschiedener Weise. Ein großer Teil der Gangfischeier wurde in Pikrinsäure-Sublimat für 2 Stunden eingelegt, dann für 2 bis 3 Stunden direkt in Formol-Pikrinsäure übertragen und endlich in Formol von 5 Proz. aufbewahrt. Die Resultate dieser Behandlung waren sehr befriedigend, und besonders schön stellte sich bei Schnitten später die Protoplasmastruktur in den ersten Furchungsstadien dar, während sich hier die Kerne nicht gut färbten.

Andere Eier wurden nur in Formol-Pikrinsäure fixiert und nach 2 bis 3 Stunden in Formol von 5 Proz. übertragen.

Sehr geeignet für die Totaluntersuchung bei Äschen erwies sich eine Fixierung in Sublimat-Eisessig oder 5 prozentiger Salpetersäure (nach 10 bis 15 Minuten Übertragung in Formol 5 Proz.), da sich die rein weiße Embryonalanlage und der Randwulst sehr klar von dem Untergrunde abhoben. Auch für histologische Untersuchungen sind beide Methoden gut zu gebrauchen. Es bedarf wohl keiner besonderen Erwähnung, daß die in Sublimat fixierten Eier nach dem Schneiden mit Jodalkohol ausgezogen wurden.

Die beste Fixierung aber, besonders zum Studium des Oberflächenbildes und der Kernteilung scheint doch die alte Flemmingsche Lösung zu sein. Ich wandte dieselbe beim Gangfisch zuerst in verschiedener Stärke und während verschieden langer Dauer an. Am besten eignet sich nach meinen Erfahrungen für das Gangfischei eine Lösung, die mit dem gleichen Volumen destillierten Wassers oder mehr verdünnt ist. Diese verdünnte Lösung lasse ich $^1/_2$ bis 1 Stunde einwirken und wasche dann sehr sorgfältig in destilliertem Wasser aus. Hierauf kommen die Eier zum Aufheben direkt in 5 proz. Formol.

Bei dieser Behandlung läßt sich später die Keimscheibe äußerst leicht vom Dotter loslösen. Das Oberflächenbild ist ein sehr deutliches so kann man z. B. auch noch bei älteren Furchungsstadien (etwa 24 Stunden nach der Befruchtung) noch ganz deutlich an der Oberfläche die einzelnen Zellgrenzen sehen. was bei anderen Fixierungsmitteln bei weitem nicht in dem Maße möglich war. Ebenso kommen erst nach der Fixierung in Flemmingscher Lösung die späteren Furchen- und Hügelbildungen des Embryonalschildes deutlich zur Anschauung, während seine Oberfläche bei anderen Konservierungsmethoden vollkommen glatt und eben erscheint.

Der Feinheit der Fixierung schadet die direkte Überführung in Formol durchaus nicht. Schnitte durch 24 Stunden alte Keimscheiben, die mit Haematoxylin gefärbt wurden, zeigten Kernteilungsbilder, wie sie schöner wohl kaum hergestellt werden können. Die Aufbewahrung in Formol ist deshalb geboten, weil bei Eiern, die einige Zeit in Alkohol gewesen sind, sich später die Keimscheibe nicht mehr gut lösen läßt.

Von Färbungen wandte ich die gewöhnliche Haematoxylinfärbung, die Bendasche Eisenhaematoxylinmethode und alkoholisches Boraxcarmin an.

Zur Darstellung der Ölkugeln bewährte sich Sudan III vorzüglich.

A. Umwachsung des Gangfischeies.

Die Größe des Eies vom Gangfisch beträgt 24 Stunden nach der Befruchtung etwa 3 mm. Die Eischale ist vollkommen klar und durchsichtig, so daß am lebenden Objekte ohne Weiteres

alle äußeren statthabenden Vorgänge sehr klar und deutlich gesehen werden können.

Da, wie wir ja schon früher gesehen haben, die Gangfische Winterlaicher sind, und folglich die Temperatur des Wassers, in dem die Eier sich entwickeln, eine niedrige ist, so ist es klar, daß die Entwicklung dieser Tiere im Vergleich zu der anderer Fische eine sehr langsame sein muß.

Nach der Befruchtung und nachdem das Ei im Wasser gequollen ist, sieht man die Keimscheibe am oberen Eipole liegen; ihre Konturen sind noch nicht scharf begrenzt. Die Ölkugeln sind ziemlich regelmäßig über die ganze Oberfläche des Dotters verteilt. Diese Ölkugeln beginnen nun alle, gegen den oberen Pol des Eies hinzuwandern und sich unter die Keimscheibe zu lagern. Nach etwa 10 bis 15 Stunden nach der Befruchtung, bei + 7° C, tritt in der Keimscheibe die erste Furche auf, so daß dieselbe nun aus zwei Zellen besteht. Etwa nach 3 weiteren Stunden sehen wir senkrecht auf der ersten Furche eine zweite auftreten, so daß wir nun im ganzen vier Zellen haben; diese Teilung geht nun nach den bekannten Regeln weiter; eine 20 Stunden alte Keimscheibe bestand aus 12 Zellen. Diese Zellteilungen sind am lebenden Ei mit der Lupe sehr schön zu sehen; die Keimscheibe wölbt sich in diesen Stadien hoch über die Dotterkugel vor. Ist die Zellteilung so weit gediehen, daß wir wegen der großen Zahl der neugebildeten Zellen und wegen ihrer Kleinheit die einzelnen nicht mehr unterscheiden können, so ähnelt die Keimscheibe in ihrem Aussehen wieder dem Zustande, den sie vor der Furchung einnahm, nur wölbt sie sich stärker von der Dotterkugel ab, und diese Wölbung nimmt eine Zeitlang immer an Stärke zu. In einer untersuchten Serie erreichte sie ihr Maximum nach etwa 72 Stunden.

Nun aber beginnt die Keimscheibe, die Dotterkugel zu umwachsen und sich mit fortschreitender Umwachsung wieder abzuflachen. Es treten jetzt die Erscheinungen auf, die unser Hauptaugenmerk in Anspruch nehmen sollen.

Die ersten Stadien der Umwachsung verlaufen im Wesentlichen gleich wie bei der Forelle, d. h. die Keimscheibe flacht sich ab, und ihre zentralen Partien werden allmählich immer dünner, während die Randteile sich ringsherum verdicken und so den bekannten Randwulst bilden. Die erste schwache Andeutung

dieses Randwulstes finde ich etwa in einem Alter von 160 bis 170 Stunden, d. h. zu einem Zeitpunkte, wo etwas weniger als $^1/_4$ der ganzen Dotterkugel umwachsen ist. Er ist hier aber noch sehr undeutlich und verliert sich ganz allmählich in die nach innen gelegenen Partien. Einige Zeit später (etwa 180 bis 185 St.), nachdem die Dotterkugel etwa $^1/_4$ umwachsen ist, differenziert sich der Randwulst nach und nach deutlicher, die eine Seite desselben ragt bedeutend weiter gegen den Pol zu vor, und an ihrem unteren Rande kann man eine ganz schwach ausgebildete knopfartige Verdickung wahrnehmen, die aber niemals den Rand nach unten zu überragt; die ganze Anlage ist der bekannte Embryonalschild.

Zu gleicher Zeit mit der Anlage dieses Embryonalschildes tritt an der gegenüberliegenden Seite eine Bildung auf, die schon Vogt (11) am Ei von *Coregonus palaea* beschrieb, nämlich eine deutliche Blase. Vogt nannte sie „Vessie vitellaire“, eine Bezeichnung, die nicht recht passend gewählt ist, da leicht eine Verwechslung mit der Dotterkugel möglich ist. Diese Blase, auf deren Natur wir später näher eingehen wollen, stellt sich in ihren ersten Anfängen als etwas erweiterter Raum unter der Keimscheibe dar und scheint die Oberfläche des Dotters etwas einzudrücken. Sie variiert in ihrer Größe und Ausdehnung bei den einzelnen Eiern ziemlich stark, tritt aber konstant auf und ist auch am konservierten Ei noch deutlich zu sehen. Mit fortschreitender Umwachsung nimmt sie an Mächtigkeit zu und kann sich sehr stark über die Oberfläche vorwölben. Vor Schluß des Dotterloches aber verschwindet sie meistens, und wenn die Umwachsung vollendet ist, ist sie meist nicht mehr zu sehen.

Kehren wir nun zur Betrachtung des Randwulstes und des Embryonalschildes zurück. Beide sind nach und nach immer weiter über die Dotterkugel vorgerückt und letzterer hebt sich nunmehr deutlich vom Randwulste ab und wölbt sich weit gegen den oberen Eipol hin vor. Es scheint, daß beide Gebilde einen starken Druck auf die Dotterkugel ausüben, denn auf Längsschnitten durch ganze Eier scheinen sie den unter ihnen liegenden Dotter stark einzuschnüren. Dies gilt nicht nur für konserviertes Material; wir werden vielmehr später sehen, daß auch an lebenden Eiern ein solcher Druck auf den Dotter zu erkennen ist.

Ein Studium der Oberflächenbilder des Gangfischembryonalschildes war mir nur an in Flemmingscher Lösung fixiertem Material möglich. Wie schon erwähnt, zeigt sich nach den anderen Fixierungsarten z. B. Sublimat-Eisessig die Oberfläche ohne Differenzierung, und erst auf viel späteren Stadien läßt sich eine solche erkennen. Diese Beobachtung zeigt recht deutlich, wie vorsichtig man in der Beschreibung der äußeren Erscheinungen bei Fischeiern sein muß, da man je nach Anwendung verschiedener Methoden zu außerordentlich verschiedenen Resultaten kommen kann.

Bei etwa halber Dotterumwachsung nun ist der Embryonalschild noch ohne Furchen, Fig. 3, zeigt jedoch an seinem hintern Ende die Andeutung des Knopfes. Bald darauf jedoch finden wir schon die ersten Anlagen des Vorder- und Hinterhirnes, d. h. der Embryo zeigt genau das Bild, wie es Kopsch in seiner Fig. 5 für die Forelle gibt; nur den Knopf konnte ich auf diesem Stadium nicht deutlich sehen, vielmehr schien es mir, als ob der hintere Teil des Embryonalschildes schwach gegabelt wäre, Fig. 1; jedoch weist ja schon Kopsch auf ähnliches Vorkommen hin und erklärt diese Erscheinung durch die Art des Lichteinfalles und die Kernstellung im Innern der Embryonalanlage.

Etwas ältere Stadien (noch nicht ganz $^3/_4$ der Dotterumwachsung) entsprechen Bildern, die zwischen Fig. 5 und Fig. 6 von Kopsch liegen; jedoch erscheint die Gegend des Nachhirnes hier sowohl wie auch in den folgenden Stadien viel weiter ausgebuchtet, und über den größten Teil der Anlage zieht eine breite, seichte Furche. (Fig. 4.)

Nun erfolgt die immer weiter gehende Streckung der Embryonalanlage. Die erste Andeutung der Augenblasen ist zu sehen, wenn der Dotter etwas mehr als zu drei Vierteln umwachsen ist.

Fig. 5 gibt uns ein Bild eines Stadiums von 223 Stunden; der Verschluss des Dotterloches wird bald beginnen. Der Dotter ragt hoch aus dem noch offenen Teile heraus. Diese Bilder sind nicht etwa durch die Fixierung erzeugt; man kann sie vielmehr am lebenden Eie auch sehr deutlich sehen. Es scheint, als ob auch diese Erscheinung durch einen starken Druck der ganzen Embryonalanlage und des Randwulstes hervorgerufen würde. Ähnliche Verhältnisse haben wir ja auch schon weiter oben erwähnt. Es wäre auch möglich, daß auf diesen Druck die große

Empfindlichkeit der Eier zu jener Periode zurückzuführen sei. Auch bei den Forelleneiern fällt die Zeit des größten Sterbens etwa mit dem Verschlusse des Dotterloches zusammen.

Das Aussehen der Embryonalanlage hat sich wesentlich verändert. Die Augenblasen setzen sich sehr deutlich ab; zwischen ihnen liegt das Vorderhirn. Auf allen Gehirnabschnitten zeigen sich noch flache aber breite Furchen, die untereinander zusammenhängen und sich nach hinten auf das Rückenmark fortsetzen. An diesem Stadium konnte ich auch zum erstenmale die Anlage der Urwirbel sehen, allerdings nur andeutungsweise, und es war mir nicht möglich, dieselben zu zählen.

Das letzte zu beschreibende Stadium endlich, nämlich den Verschluss des Dotterloches gibt Fig. 6. Wir sehen hier, daß die Furche auf dem Vorderhirn verschwunden ist, und daß diejenige des Rückenmarkes von der der davorliegenden Gehirnabschnitte getrennt ist. Die Augenblasen sind groß und deutlich; ebenso die Urwirbel.

Es wäre hier noch der Ort, mit einigen Worten der Ölkugeln zu gedenken. Wir sahen, daß dieselben sich zu Beginn der Furchung fast alle am oberen Pole ansammelten. Mit fortschreitender Umwachsung nun rücken sie wieder mit über den Dotter vor. Ganz besonders starke Anhäufungen von ihnen finden sich unter und um den Embryonalschild, so daß dieser sozusagen in einem Bette von Ölkugeln liegt.

B. Die Umwachsung des Äscheneies.

Für fischembryologische Untersuchungen dürften sich wohl die Äscheneier am meisten empfehlen. Erstens haben sie eine ganz bedeutende Größe, etwa 3,5 bis 4 mm, zweitens ist ihre Schale vollkommen durchsichtig, und drittens befindet sich zwischen Schale und Ei ein sehr großer Zwischenraum, der bei großer Zartheit der Eischale eine außerordentlich schnelle und leichte Entfernung derselben gestattet und eine Beschädigung des Eies fast ganz ausschließt.

Wie schon gesagt, sind die Äschen Frühjahrslaicher (März und April), und da zu dieser Zeit die Wassertemperatur an den Ufern, wo die Fische ihren Laich absetzen, bereits ziemlich höher ist wie zur Laichzeit des Gangfisches (November, Dezember), so

ist es leicht erklärlich, wenn die Dotterumwachsung dementsprechend schneller vor sich geht.

Die Temperatur, bei der mein Material sich entwickelte, betrug etwa + 10 bis 12° C.

Die ersten Stadien der Entwicklung gehen fast ebenso von statten, wie sie schon beim Gangfisch beschrieben wurden. Die erste Furche tritt etwa nach 6 bis 7 Stunden auf; die zweite dazu senkrecht stehende nach 8 Stunden. Der weitere Verlauf der Furchung scheint nun ein sehr unregelmäßiger zu sein. Die Figuren 7, 8, 9a und 9b geben ein Bild hiervon. Im einen Falle sehen wir sehr schön regelmäßig 8 Zellen auftreten; der zweite Fall (Fig. 8) zeigt uns ebenfalls 8 Zellen, jedoch nicht in der regelmäßigen Anordnung wie beim Vorigen; in Fig. 9a und 9b endlich sehen wir nur vier Zellen, von denen zwei kleinere in der Mitte liegen, und denen sich rechts und links je eine größere anschließt; an diesen beiden größeren Zellen nun sehen wir wieder je eine beginnende Furche, so daß wir nach vollendeter Teilung dann im Ganzen sechs Zellen bekämen. Dies würde den Angaben Vogts für *Coregonus palaea* entsprechen, bei der er auch nach dem Vierzellenstadium sechs Zellen auftreten sah. Diese Unregelmäßigkeiten dürfen wohl nicht als für die Weiterentwicklung von Einfluß aufgefaßt werden, da ich eine Anzahl willkürlich ausgewählter Eier untersuchte und immer diese Unregelmäßigkeit wieder antraf. Die späteren Stadien zeigten sich alle als normal, was doch wohl nicht möglich gewesen sein könnte, wenn eine solche Unregelmäßigkeit in der Furchung von Einfluß wäre.

Nach beendeter Furchung wölbt sich, wie beim Gangfisch, die Keimscheibe stark von der Dotterkugel ab und erreicht das Maximum ihrer Höhe etwa in einem Alter von 48 Stunden; hierauf verflacht sie sich wieder allmählich, und es treten nun die Differenzierungen ein, die zur Bildung des Embryonalschildes und des Randwulstes führen. Die ersten Andeutungen desselben erscheinen etwa in der 56. bis 58. Stunde; es zeigte sich hier besonders deutlich, daß eine Stelle des Randwulstes gleich von Anfang an merklich verdickt ist, und daß dann aus dieser Verdickung der Embryonalschild hervorgeht. Auch die Anlage des „Knopfes“ (Kopsch) ist deutlich zu sehen (Fig. 10a und 10b).

Wenn der Dotter etwa ein Viertel umwachsen ist, so zeigen

sich am Embryonalschild die ersten Differenzierungen; es entsteht in seinem Innern eine Bildung, die wir als tulpenartig beschreiben können; das Alter des Eies ist etwa 75 Stunden. Zwei Stunden später hat sich das Aussehen schon wesentlich geändert. Der im Embryonalschild sich bildende Embryo hat jetzt ungefähr die Gestalt eines Tennisrackets, und in seinem vorderen Teile nehmen wir eine breite, seichte Furche wahr. Etwas mehr als ein Drittel des Dotters ist umwachsen. Wenn man nur das Oberflächenbild berücksichtigt, so stimmt die Anlage genau mit dem von Kopsch in seiner Fig. 5 abgebildeten Stadium überein. In Fig. 11 geben wir das 77 Stunden alte Ei einer Äsche, das dieses Bild zeigt, wieder.

Mit etwa 85 Stunden ist die Umwachsung fast zur Hälfte gediehen, und die Embryonalanlage zeigt weitere Veränderungen. Die ganze Anlage hat sich in die Länge gestreckt; die im vorigen Stadium beschriebene seichte Furche ist weiter ausgewachsen, hat sich vertieft und geht weit nach hinten, wie es Fig. 12a und 12b zeigt. In diesem Stadium fällt uns auch zum ersten Male das Auftreten jener schon beim Gangfisch beschriebenen Blase auf. die besonders schön bei einem 93stündigen Embryo zu sehen ist. (Fig. 13a).

Das Längenwachstum des Embryo nimmt nun mit fortschreitender Umwachsung immer zu, und Hand in Hand hiermit sehen wir auch weitere Veränderungen auftreten.

So erscheinen in einem Alter von etwa 93 Stunden, wenn der Dotter ungefähr drei Viertel umwachsen ist, die ersten Ausstülpungen der Augenblasen; kurz vor diesem Stadium sind auch die früher zum Teil sehr tiefen und deutlichen Furchen verschwunden, und es bleiben nur noch schwache Andeutungen derselben zurück.

Der Beginn des Dotterlochverschlusses fällt etwa in das Alter von 105 Stunden. Zu dieser Zeit ist der Embryo schon weit entwickelt. Am Kopfe können wir deutlich die vier Hirnblasen unterscheiden, und die Entwicklung der Augen ist schon viel weiter gediehen als im vorigen Stadium. Die Figuren 14a und 14b zeigen den Embryo in verschiedenen Ansichten.

Ein Bild eines Eies gerade bei Verschluß des Dotterloches gibt Fig. 15a und 15b.

Wir haben nun in kurzen Zügen die Art der Dotterumwachsung bei Gangfisch und Äsche kennen gelernt und sind an Hand der gemachten Mitteilungen und der gegebenen Zeichnungen in die Lage versetzt, die statthabenden Vorgänge bei beiden Fischen sowohl unter sich als dann auch mit den Erscheinungen bei der Dotterumwachsung der Forelle zu vergleichen.

Meine eigenen Präparate des letzteren Fisches stammen von der Regenbogenforelle *(Trutta iridea)* aus der Fischzuchtanstalt des Herrn Dill bei Heidelberg. Jedoch findet man in der Literatur genügend Angaben über die Entwicklung dieser Fische, so daß es unnötig ist, die Umwachsungsvorgänge derselben hier nochmals zu schildern. Wir können vielmehr direkt zum Vergleiche übergehen.

Vorausschicken möchte ich nur noch, daß ich als Vergleichsbilder der Forelle lediglich die Figuren aus Kopschs neuester Arbeit herbeiziehe, da dieselben am besten mit meinen Ergebnissen übereinstimmen.

C. Vergleich der Dotterumwachsung bei Gangfisch, Äsche und Forelle.

Ein großer Unterschied in der Art der Umwachsung zwischen Gangfisch und Forelle wird wohl jedem, der die Vorgänge bei letzterer kennt, sofort aufgefallen sein. Die Verschiedenheiten beruhen im Wesentlichen auf Differenzen in der zeitlichen Ausbildung des Embryo und im Embryonalschild, und dann im Auftreten der schon früher erwähnten Blase beim Gangfisch und, wie es nach Vogts und Nüßlins Untersuchungen wahrscheinlich zu sein scheint, überhaupt bei den Coregonen. Ersterer beschreibt die Blase am Ei von *Coregonus palaea*, letzterer hat sie an demjenigen von *Coregonus fera* beobachtet.

Wir werden die besten Anschauungen gewinnen, wenn wir hier immer die gleichen Stadien aller drei Fische nebeneinander stellen und die ins Auge fallenden Unterschiede betrachten. Unter solch gleichen Stadien möchte ich hier nicht etwa die verstehen, bei denen der Embryo gleich weit entwickelt ist, oder die gleich alt sind, sondern vielmehr die Übereinstimmung im Fortschritte der Umwachsung, z. B. den Zustand, wenn bei allen Dreien die Dotterkugel etwa ein Viertel umwachsen ist etc. Auf diese Art

erhalten wir am besten eine Einsicht in die Verschiedenheit der Entwicklung der drei in Frage kommenden Fische.

Nehmen wir gleich als erstes Vergleichsstadium dasjenige, bei dem die Dotterkugel etwa zum vierten Teile von der sich ausbreitenden Keimscheibe umwachsen ist. Bei allen drei Eiern bemerken wir, daß sich hier schon ganz deutlich ein Randwulst differenziert hat, und daß die erste äußerlich sichtbare Anlage als „Embryonalschild" überall vorhanden ist. (Fig. 16, Fig. 10b und Fig. 4 von Kopsch.*) Zwischen Gangfisch und Äsche bemerken wir äußerlich keinen großen Unterschied in der Entwicklung. Bei beiden ist der Embryonalschild noch klein und wölbt sich wenig gegen den oberen Eipol vor; jedoch beim abgebildeten Gangfischei ist die Umwachsung schon etwas weiter gediehen wie bei der Äsche und trotzdem erscheint auf Seitenansichten der Embryonalschild im Verhältnis kleiner wie bei der Äsche. Bei der Forelle hingegen wölbt sich der Embryonalschild als massige Anlage schon ziemlich weit aus dem Bereiche des Randwulstes hervor und zeigt an seiner Oberfläche eine hufeisenförmige Bildung, aus der sich später Vorder- und Hinterhirn entwickelt.

Von einer Blase ist bei keinem Eie etwas zu sehen, doch muß ich erwähnen, daß dieselbe beim Gangfische schon bei ganz wenig älteren Eiern auftritt und von da ab immer deutlich zu sehen ist.

Um nicht zu weitläufig zu werden, wollen wir nun gleich einen größeren Sprung machen und ein Stadium ins Auge fassen, bei dem die Dotterumwachsung etwa zur Hälfte gediehen ist. (Fig. 2, Fig. 12a und 12b, Fig. 7 von Kopsch.)

Beim Gangfische fällt uns zunächst auf, daß der jetzt mächtig entwickelte Embryonalschild in seinem mittleren Teile eine starke Knickung erfährt, anstatt sich, wie bei den beiden anderen Fischen in schönem Bogen dem Dotter anzulegen; die Abknickungsstelle entspricht der Lage der Hinterhirnanlage; der abgeknickte

* Bei den meisten der von Kopsch gegebenen Figuren ist nur der Embryonalschild und die nächstgelegenen Teile des Randwulstes dargestellt. Daher läßt sich bei vielen seiner Abbildungen der Fortschritt der Umwachsung über die Dotterkugel nicht mit Sicherheit feststellen. Der Embryonalschild muß jedoch, wenn wir die einzelnen Figuren mit einander vergleichen, etwa das Aussehen der Fig. 4 oder eines Stadiums zwischen Fig. 3 und 4 haben.



Embryonalschild bietet ein ähnliches Bild, wie es Kuppfer am Ei von *Gobius* beschrieben hat. Kuppfer bezeichnet diese Stelle als „Kopfhöcker". Ferner bemerkt man am Gangfischei, daß der Dotter am Rande vom Randwulst stark eingeschnürt wird. Präpariert man am fixierten Ei den Randwulst los, so zeigt sich diese Einschnürung besonders deutlich. Des weiteren erkennen wir die fragliche Blase, die dem Embryonalschilde gegenüberliegt. Das Oberflächenbild dieses Stadiums gibt Fig. 1 wieder. Wir erkennen, daß dasselbe mit der Fig. 4 von Kopsch übereinstimmt.

Ein Blick auf Fig. 12a und 12b, die ein gleiches Umwachsungsstadium der Äsche darstellen, zeigt uns einen deutlichen Unterschied. Die Vorwölbung des Embryonalschildes gegen den oberen Eipol reicht weiter als beim Gangfisch; ferner ist das Oberflächenbild schon ein ganz anderes geworden; besonders hat sich die ganze Embryonalanlage in die Länge gestreckt. Wenn wir die breiten Furchen unserer Abbildung nur als schmale Striche zeichnen würden, so würde sich etwa ein Stadium zwischen Fig. 5 und Fig. 6 von Kopsch ergeben; wir können also annehmen, daß die Äsche bei halber Dotterumwachsung etwa auf diesem Stadium angelangt ist. Hinzufügen müssen wir noch, daß an diesen Eiern deutlich eine Blase zu sehen ist. Dieselbe ist nur auf der Figur nicht zu erkennen, weil sie auf der der Embryonalanlage entgegengesetzten Seite liegt.

Welch großer Abstand zwischen den beiden vorgenannten Fischen und der Forelle in diesem Entwicklungsstadium liegt, zeigt Fig. 7 von Kopsch. Die Umwachsung scheint hier nicht mehr oder doch nur wenig weiter vorgerückt zu sein wie bei Gangfisch und Äsche, und doch ist der Embryo schon viel höher organisiert. Neben den hoch entwickelten Anlagen des Gehirns und des Rückenmarkes bemerken wir auch schon deutlich die Augenblasen. Von einer Blase wie bei den anderen beiden Fischen ist hier nichts zu sehen und auch bei anderen Forschern nichts erwähnt.

Betrachten wir nun ein Gangfischei, bei dem die Umwachsung schon drei Viertel der Dotterkugel erreicht hat. Wir sehen, daß der Embryonalschild stark in die Länge gezogen ist, und sein Oberflächenbild etwa in der Mitte zwischen den Figuren 5 und 6 von Kopsch steht. (Fig. 4.) Die Bildungen dieser Entwicklungs-

stufe sind übrigens sehr verschieden, jedoch tritt das in Fig. 4 abgebildete Stadium ziemlich häufig auf.

Die gleiche Umwachsungsstufe bei der Äsche ist bei den meisten Eiern schon weiter fortgeschritten, indem sich bei vielen schon die Augenblasen erkennen lassen. Andere hingegen, wie z. B. Fig. 13b, entsprechen fast genau der Fig. 6 von Kopsch sind also in ihrer Entwicklung auch schon weiter fortgeschritten wie das gleiche Umwachsungsstadium des Gangfisches.

Die entsprechende Entwicklungsstufe der Forelle zeigt eine weitere Ausbildung des vorher bei ihr beschriebenen Bildes. Die einzelnen Gehirnabschnitte sind jetzt ganz deutlich ausgeprägt; die Augenblasen sind größer geworden. In beiden Seiten des Rückenmarkes lassen sich deutlich je elf Urwirbel erkennen. (Fig. 8a von Kopsch.)

Zum Schlusse unseres Vergleiches wollen wir nun noch Stadien heranziehen, die zur Zeit des Verschlusses des Dotterloches konserviert wurden.

Beim Gangfische fällt uns zunächst auf, daß seine Entwicklung zu dieser Zeit im Vergleiche zu der bei drei Viertel Umwachsung verhältnismäßig rasch vor sich gegangen ist. Wir geben hier zwei Bilder wieder (Fig. 5 und 6), von denen das eine noch einen starken Dotterpfropf erkennen läßt. An diesem Ei sehen wir deutlich die Augenanlagen, das Nervensystem und eine Reihe von Urwirbeln. Das etwas weiter vorgeschrittene Stadium zeigt als Hauptfortschritt, daß die Furche auf dem Vorderhirn verschwunden ist, und sich diejenige des Rückenmarkes von der auf Mittel- und Hinterhirn getrennt hat.

Bei der Äsche sind keine deutlichen Furchen auf den verschiedenen Abteilungen des Nervensystems zu erkennen. (Fig. 14a und 14b.) Sie nähert sich in diesem Stadium im Gegensatze zu dem bisher Gefundenen bedeutend mehr der Forelle als dem Gangfische; allein dies ist auch begreiflich, da ja auch jener jetzt der Forelle bedeutend ähnlicher ist wie in früheren Entwicklungsperioden. Es scheint eben, als ob alle drei Fische zur Zeit des Dotterlochverschlusses in ihrer Entwicklung im Großen und Ganzen gleich weit vorgeschritten wären. In diesem Falle müßte sich der Gangfisch, wenn wir nur die Form und die Stadien der Umwachsung nicht aber die Zeit berücksichtigen, am schnellsten entwickeln, da eine Differenzierung seines Embryonalschildes erst

bei halber Dotterumwachsung beginnt, während die gleichen Vorgänge bei der Äsche schon bedeutend früher und noch viel früher bei der Forelle eintreten.

In Bezug auf die Entwicklung der Forelle in diesem Stadium verweise ich auf Fig. 10 und 10a von Kopsch.

Die vorausgehenden kurzen Angaben haben uns gezeigt, in welcher Weise sich die äußere Anlage des Embryonalschildes und seine Oberflächenbilder zu verschiedenen Zeiten der Dotterumwachsung bei den drei Fischen verhält und unterscheidet. Es dürfte nun wohl noch von Interesse sein, zu erfahren, wie sich die hier geschilderten Stadien auf Schnitten verhalten, oder mit anderen Worten, ob auch der mikroskopische Bau der Embryonalanlagen gleiche Verschiedenheiten zeigt, wie die äußere Betrachtung sie bietet.

Dem Vergleiche zwischen den mikroskopischen Bildern von Gangfisch, Äsche und Forelle lege ich die Abbildungen von Öllacher zugrunde, denn es wird sich zeigen, daß die innere Gestaltung bei allen drei Fischen nach dem gleichen Bauplane vor sich geht und nur zeitliche Unterschiede in der Entwicklung gefunden werden können.

Es ist hier natürlich nicht möglich, die verschiedenen Entwicklungsstadien mit der gleichen Ausführlichkeit zu behandeln, wie Öllacher es tut. Wir geben im Folgenden nur je einen typischen Schnitt wieder, der beim Vergleiche mit den entsprechenden Öllacherschen Figuren eine genügende Vorstellung über die innere Differenzierung gewähren wird.

Fig. 21 zeigt uns einen Querschnitt durch die mittleren Partien eines Gangfischembryonalschildes bei ein Viertel Dotterumwachsung. Unsere Fig. 16 gibt ein Totalbild dieses Stadiums wieder. Wir erkennen, daß eine Spaltung in die drei primären Keimblätter noch nicht stattgefunden hat, daß vielmehr mit Ausnahme der äußeren Deckschicht (Hornblatt von Öllacher) alle unter demselben gelegenen Zellen noch ganz gleichartig sind. Die Figuren I von Öllacher entsprechen diesem Bilde fast ganz genau.

Das gleiche Umwachsungsstadium der Äsche, entsprechend unserer Fig. 10, ist in seiner Differenzierung schon etwas weiter gediehen. Die Schnitte gleichen denjenigen des Gangfisches bei halber Umwachsung Fig. 22. Außer dem Hornblatt haben jetzt

schon weitere Spaltungen in den unter demselben liegenden Zellmassen stattgefunden; so können wir deutlich zwei verschiedene scharf von einander getrennte Schichten unterscheiden, deren obere das Sinnesblatt von Öllacher repräsentiert, während die untere später das Ento- und Mesoderm aus sich hervorgehen läßt. (Vgl. Fig. II 2 von Öllacher.)

Als Vergleichsobjekt der Forelle wählten wir bei der makroskopischen Betrachtung der Umwachsungsvorgänge die Fig. 4 von Kopsch. Diese entspricht nun in ihrer inneren Differenzierung den Fig. VI von Öllacher und zeigt sich also auch in Bezug auf ihren mikroskopischen Bau als viel weiter entwickelt wie Gangfisch und Äsche. Außer den drei primären Keimblättern können wir hier schon deutlich den Rumpf- und Kopfteil des zentralen Achsenstranges unterscheiden, Bildungen, die bei beiden erstgenannten Fischen später auftreten.

Bei halber Dotterumwachsung zeigen Querschnitte des Gangfischembryonalschildes, die etwa einem Stadium unserer Fig. 3 entsprechen, Bilder, wie wir sie schon oben für die Äsche bei ein Viertel Umwachsung geschildert haben (Fig. 22), d. h. aus der gemeinsamen Zellmasse hat sich das Sinnesblatt abgespalten.

Die Äsche ist zur gleichen Umwachsungsperiode bereits viel weiter entwickelt. Wir sahen früher, daß ihre Oberflächenbilder zu dieser Zeit etwa zwischen Fig. 5 und 6 von Kopsch standen. Die Untersuchung von Schnitten durch den in Fig. 12b abgebildeten Embryonalschild lehrt uns nun, daß wir hier eine Entwicklungsstufe vor uns haben, die etwa den Figuren VII von Öllacher entspricht, ein Befund, der auch ganz gut mit unseren makroskopischen Untersuchungen übereinstimmt. Die drei primären Keimblätter sind jetzt überall deutlich zu erkennen; in den hinteren Körperabschnitten auch schon die Anlage der Chorda (Fig. 24a), während sie weiter vorne (Fig. 24b) noch nicht zu sehen ist.

Fig. 7 von Kopsch, die wir früher zum Vergleiche herbeizogen, entspricht in ihrer inneren Differenzierung den Figuren VIII von Öllacher, zeigt sich also, wie es auch zu erwarten war, als weiter fortgeschritten wie Gangfisch und Äsche. Besonders das Mesoderm hat sich weiter entwickelt, indem es am Kopfe verschiedene Abschnitte erkennen läßt, z. B. die Kopfplatten und

Peritonealplatten etc., ferner hat sich die erste Anlage des Ohres differenziert.

Wir sagten schon früher, daß die Oberflächenbilder des Gangfischembryonalschildes bei drei Viertel Umwachsung ziemlich stark variierten. Das Gleiche gilt nun auch für die innere Differenzierung, so ergab z. B. eine Schnittserie Bilder, die etwa nur den Figuren V von Öllacher entsprachen (Fig. 23), bei denen also erst die Bildung der drei primären Keimblätter stattgefunden hatte, während eine andere Serie der Entwicklung der Äsche bei halber Umwachsung (Fig. 24a und 24b) entsprach.

Auch die makroskopischen Bilder der Äsche zeigten ziemliche Abweichungen voneinander. Unsere Fig. 13b gleicht z. B. der Fig. 6 von Kopsch ziemlich genau, während andere viel näher an Fig. 7 herankommen. In bezug auf innere Differenzierung ist auch unsere in Fig. 13 abgebildete Embryonalanlage schon weiter vorgeschritten wie Fig. 6 von Kopsch. Sie entspricht schon den Figuren VIII von Öllacher, die wir soeben als charakteristisch für die Forelle bei halber Umwachsung kennen gelernt haben. Unsere Fig. 25 gibt einen Schnitt dieses Stadiums wieder.

Was endlich den mikroskopischen Bau des Forellenkeimes bei drei Viertel der Umwachsung anbelangt, so verweisen wir zum Studium seines mikroskopischen Baues auf die Figuren XI von Öllacher.

Sowohl der makroskopische wie auch der mikroskopische Vergleich der Entwicklung der Eier von Gangfisch, Äsche und Forelle lehrt uns verschiedene bemerkenswerte Unterschiede kennen. Das Grundprinzip der Entwicklung, besonders die Ausbildung der Oberflächenbilder und die mikroskopische Differenzierung des Embryonalschildes scheint allerdings bei allen drei Fischen dasselbe zu sein, und diese Übereinstimmung war ja auch nur zu erwarten, wenn man bedenkt, daß alle drei Tiere zur gleichen Familie, den Salmoniden, gehören.

Sehr interessant aber sind die zeitlichen und räumlichen Unterschiede in der Entwicklung. So ist z. B. das Alter bei Verschluß des Dotterloches sehr verschieden. Hier ist ja nun die Temperatur, bei welcher sich die betreffenden Eier entwickeln, von großer Bedeutung; allgemein aber wird man doch sicher sagen können, daß von allen drei untersuchten Fischen der Gangfisch am längsten zu seiner Entwicklung braucht; bei einer Durch-

schnittstemperatur von + 7° C erfolgt der Schluß des Dotterloches etwa bei 225 bis 230 Stunden.

Bei meinen Äschen betrug die Durchschnittstemperatur etwa 10 bis 11° C, und der Verschluß des Dotterloches erfolgte ungefähr nach 110 bis 115 Stunden.

Die Regenbogenforelle hingegen entwickelt als Sommerlaicher ihre Eier in etwas höheren Temperaturen (bei mir etwa + 15° C), und trotzdem erfolgte der Verschluß des Dotterloches erst nach zirka 135 bis 140 Stunden. In Bezug auf die Umwachsungsdauer steht also die Forelle, obgleich sie von allen drei Fischen bei ihrer Entwicklung die höchste Außentemperatur zur Verfügung hat, in der Mitte. Wir wollen nun sehen, ob sich die Eier in Bezug auf ihre Entwicklung ähnlich verhalten.

Aus unseren vorhergehenden Betrachtungen haben wir gesehen, daß dies nicht der Fall ist. In Bezug auf Differenzierung des Embryo und die Gestaltung des Oberflächenbildes steht die Forelle in erster Reihe, indem bei ihr sich zuerst ein Embryonalschild anlegt und Oberflächenveränderungen erkennen läßt. (Unter „zuerst“ verstehen wir hier: „Schon bei wenig vorgeschrittener Dotterumwachsung.“) Am weitesten zurück ist der Gangfisch, indem Oberflächendifferenzierungen erst etwa bei halber Dotterumwachsung auftreten. In der Mitte zwischen beiden steht die Äsche, welche diese Mittelstellung auch bis kurz vor Dotterlochschluß beibehält. In diesem Stadium endlich sind alle drei Fische ungefähr gleichweit entwickelt.

Verwandtschaftliche Beziehungen zwischen Äsche und Gangfisch bekunden sich auch noch darin, daß beiden das Auftreten der fraglichen Blase gemeinsam ist. Aber auch hier läßt sich ein Unterschied feststellen. Während die Blase beim Gangfische schon sehr früh (etwa bei ein Viertel Dotterumwachsung) zu erkennen ist, erscheint sie bei der Äsche erst später und verschwindet auch früher wieder. Der Forelle scheint eine ähnliche Bildung vollkommen zu fehlen. Wir werden auf die Natur dieser Blase gleich zurückkommen.

Wenn wir nun die Entwicklung der drei im Vorigen behandelten Fische in Verbindung bringen mit der Systematik der Salmoniden, so werden wir finden, daß die hier mitgeteilten Ergebnisse sehr gut mit derselben in Einklang zu bringen sind. Wir können ja die Salmoniden in zwei Gruppen einteilen, 1. in

die großmäulig großzähnigen und 2. die kleinmäulig kleinzähnigen. Zu ersteren gehört die Forelle, zu letzteren hingegen Gangfisch und Äsche.

Unser im Vorigen durchgeführter Vergleich hat nun ganz deutlich gezeigt, daß Gangfisch und Äsche sich in ihrer Entwicklung ziemlich nahe stehen, daß z. B. in vielen Punkten der Umwachsung die Äsche dem Gangfisch näher steht als die Forelle. Hingegen finden wir auch wieder, besonders in späteren Umwachsungsstadien, zwischen Äsche und Forelle Anklänge, so daß eine Verwandtschaft auch dieser Formen nicht zu leugnen ist. Wir werden wohl am Sichersten gehen, wenn wir der Äsche in Bezug auf ihre Entwicklung eine Mittelstellung zwischen Gangfisch einerseits und Forelle andererseits einräumen.

Interessant wäre es sicher, einen Grund für die verschiedene Umwachsungsschnelligkeit in Bezug auf die Differenzierung des Embryonalschildes angeben zu können. Daß die Forelle schon so sehr früh, d. h. wenn nur ganz kleine Teile der Dotterkugel umwachsen sind, Oberflächenbilder ihres Embryonalschildes zeigt, während dies beim Gangfische erst viel später eintritt, muß doch sicher einen ganz bestimmten Grund haben.

Ich wage in Folgendem, eine Vermutung zu äußern, die vielleicht dieses verschiedenzeitige Eintreten der Differenzierung erklären könnte.

Vergleichen wir die Masse der ganzen Keimscheibe mit derjenigen der Dotterkugel, so finden wir, daß von allen drei Fischen die Forelle die allerkleinste Keimscheibe bei größter Dotterkugel besitzt; das andere Extrem nimmt das Gangfischei ein, während die Äsche zwischen beiden steht.

Ich habe nun von allen drei Eiarten in einem Stadium, auf welchem die Furchung vollendet war, das Verhältnis der Volumina der Keimscheibe zur Dotterkugel ungefähr berechnet und bin zu folgenden Resultaten gekommen. Es verhält sich der Rauminhalt der Keimscheibe (i) zum Rauminhalt der Dotterkugel (J)

bei der Forelle: $i : J = 1 : 170$;
bei der Äsche: $i : J = 1 : 16{,}2$;
beim Gangfisch: $i : J = 1 : 9{,}6$.

Also auch in diesen Verhältniszahlen ist die gewohnte Reihenfolge eingehalten, daß die Äsche zwischen Gangfisch und Forelle steht. Deutlich ist ferner aber auch zu erkennen, daß die Äsche

dem Gangfisch viel näher steht als der Forelle, eine Tatsache, die ja auch schon durch unsere früheren Untersuchungen öfter bestätigt werden konnte.

Ich erkläre mir nun die verschieden schnelle Differenzierung des Embryonalschildes folgendermaßen.

Die sehr kleine Keimscheibe der Forelle wird sich auf der großen Dotterkugel sehr bald abgeflacht und ausgebreitet haben. Jedoch ist die Keimscheibe so klein, daß sie auch nach der Abflachung nur ein ganz minimales Stück der Dotterkugel bedecken kann. Ist die Abflachung nun bis zu einem gewissen Punkte gediehen, so beginnt auch schon die Differenzierung im Embryonalschilde.

Ganz anders liegen die Verhältnisse beim Gangfische. Hier ist die Keimscheibe im Verhältnisse zur Dotterkugel sehr groß und massig, und sie muß schon eine große Fläche derselben bedecken, bis eine genügende Abflachung erreicht ist; erst dann tritt die Differenzierung im Embryonalschilde ein.

Bei der Äsche, deren Keimscheibe im Verhältnisse zur Dotterkugel etwas kleiner ist wie beim Gangfische, kann daher die Oberflächendifferenzierung und innere Ausbildung auch etwas früher, d. h. bei weniger weit gediehener Dotterumwachsung eintreten.

D. Die am Gangfisch- und Äschenei auftretende Blase.

Schon wiederholt haben wir in den voraufgehenden Besprechungen der Umwachsungsvorgänge bei Gangfisch und Äsche auf ein blasenartiges Gebilde hingewiesen, das zu bestimmten Zeiten an beiden Eiarten ganz konstant auftritt, ohne uns aber bisher mit der eigentlichen Natur dieser Blase zu beschäftigen.

Der erste und bis jetzt meines Wissens auch der Einzige, der ein analoges Gebilde beschrieb, war C. Vogt. Aus seinen Angaben wie auch aus seinen Zeichnungen läßt sich klar ersehen, daß wir es mit einer gleichen Bildung zu tun haben wie beim Ei der von mir untersuchten Fische. Vogts Angaben beziehen sich auf Coregoneneier aus dem Neuenburger See. Herr Hofrat Nüßlin hatte die Freundlichkeit, mir mitzuteilen, daß er auch bei *Coregonus fera* und *wartmanni* das gleiche Gebilde beobachtet hat. Ich glaube daher bestimmt, daß Untersuchungen an den

Eiern noch weiterer Felchenarten auch das Vorhandensein der Blase bestätigen würden, und daß diese ein den Coregoneneiern charakteristisches Merkmal ist.

Fig. 2 und Fig. 13a zeigen sowohl am Gangfisch- wie auch am Äscheneie deutlich das fragliche Gebilde; beide Zeichnungen sind nach konservierten Eiern angefertigt; Fig. 17 hingegen zeigt die Blase am lebenden Ei.

Aus allen Figuren erkennen wir deutlich, daß wir es mit einer Anlage zu tun haben, die auf der entgegengesetzten Seite der Dotterkugel liegt wie der Embryonalschild und zwar zwischen Randwulst und Eipol. Wir bemerken ferner, daß ihr Boden, der vom Dotter gebildet wird, wie eingedrückt erscheint, woraus wir wohl schließen dürfen, daß innerhalb der Blase ein gewisser Druck herrschen muß. Diese Annahme wird noch gestärkt, wenn wir erfahren, daß sich bei sehr vielen Eiern das ganze Gebilde sehr stark von der Oberfläche abhebt.

Durch zahlreiche Schnitte und eingehende Untersuchungen bin ich nun zu der Überzeugung gelangt, daß die genannte Blase nichts anderes ist als die an der betreffenden Stelle stark erweiterte Keimhöhle.

Ein Blick auf die Figuren 18 und 19 dürfte die Richtigkeit dieser Annahme wohl ohne weiteres beweisen. Beide Figuren geben genau die gleichen Bilder, wie sie viele andere Autoren auch schon veröffentlicht haben, z. B. Öllacher, Samassa etc., mit dem einzigen Unterschiede, daß bei Gangfisch und Äsche der Rauminhalt der Keimhöhle ein bedeutend größerer ist, und daß sich bei ihnen das Dach stärker vorwölbt. Fig. 18 stellt einen Längsschnitt durch die Mitte des Embryonalschildes dar, Fig. 19 einen dazu senkrechten Schnitt vor dem Embryonalschilde; die Verdickung zu beiden Seiten ist der Randwulst.

Der weite Raum unter der dünnen Decke ist die Blase; dieselbe erscheint auf den Schnitten deshalb nicht bedeutend groß, weil sich der den Boden bildende Dotter beim Einbetten etwas in Falten gelegt hat.

An ein Kunstprodukt, hervorgebracht durch die Fixierung kann aus mehreren Gründen nicht gedacht werden. 1. Sind die Zellgrenzen an der Unterseite der Deckschicht so glatt und eben, wie sie nicht sein könnten, wenn sie sich künstlich von dem darunter liegenden Dotter getrennt hätten (dies ist z. B. bei

beiden Figuren unter dem Embryonalschild und dem Randwulste geschehen, und hier können wir auch deutlich an dem zackigen Rande die künstliche Lösung erkennen). 2. Aber konnte ich bei dem klaren und durchsichtigen Gangfischei die Fixierung mit der Lupe direkt überwachen. Zu diesem Zwecke wurden die Eier (unter ihnen auch das der Fig. 17 zu Grunde liegende) lebend genau gezeichnet und dann in die Fixierungsflüssigkeit gebracht und zwar in einen horizontal liegenden Glaszylinder, in welchem die Eier vermittels der Lupe genau betrachtet werden konnten. Die Blase wurde nun während der ganzen Dauer der Fixierung genau beobachtet, und es zeigte sich deutlich, daß sie dabei nicht verändert wurde.

Wie schon erwähnt stimmen Fig. 18 und 19 genau mit Figuren früherer Autoren überein mit der einzigen Ausnahme, daß die Höhlung ein größeres Volumen einnimmt. Die Decke besteht auch nur aus zwei Lagen von Zellen, einer solchen von ganz flachen Epithelzellen und einer darunter liegenden aus etwas höheren kubischen Zellen; diese Schicht geht allmählich in den Embryonalschild und Randwulst über. Wenn wir also z. B. bei der Forelle die Keimhöhle etwas erweitern würden, so erhielten wir das gleiche Gebilde wie bei Gangfisch und Äsche.

Der Inhalt dieser Blase nun läßt sich noch nicht ganz sicher bestimmen. Nur eines kann ich ganz bestimmt behaupten, nämlich daß sie sicher kein Fett enthält; dieses hätte sich sonst bei Osminsäurebehandlung schwärzen oder mit Sudan III leuchtend rot färben müssen; keines von beiden trat aber ein. Es scheint mir am wahrscheinlichsten, daß der Inhalt aus klarer, seröser Flüssigkeit besteht. Auch an eine Gasblase habe ich gedacht, jedoch müßte sie dann bei auffallendem oder durchscheinendem Lichte doch anders aussehen, als es am lebenden Ei der Fall ist. Auch Vogt nahm schon früher an, daß ihr Inhalt eine farblose Flüssigkeit sei.

Was nun den Zweck der Blase anbelangt, so stehen wir hier wieder einem großen Rätsel gegenüber. Wäre ihr Inhalt Fett oder ein Gas, so könnten wir an einen hydrostatischen Apparat denken; nun ist es aber sehr unwahrscheinlich, daß sie diesen Inhalt hat; ferner müßte ja auch als hydrostatischer Apparat die Blase immer ganz am oberen Pole liegen, was sie nur in den seltensten Fällen tut. Mir scheint die Annahme die

meiste Wahrscheinlichkeit für sich zu haben, daß sie als Aufspeicherungsort von Enkretionsprodukten aufzufassen sei; allerdings tritt dann sofort die Frage auf, warum dann bei andern Fischen kein solches Gebilde existiere.

Interessant ist es noch, zu vernehmen, daß auch noch nach Verschluß des Dotterloches beim Gangfische manchmal eine solche Blase zu sehen ist, und zwar in sehr hohem Maße (Fig. 20).

Kurz zusammenfassend können wir also folgendes als positiv annehmen. Bei Gangfisch und auch in etwas geringerem Maße bei der Äsche erweitert sich die Keimhöhle infolge eines in derselben stattfindenden Druckes (die Ursache dazu ist hier gleichgiltig) ganz beträchtlich, wölbt ihre Decke stark vor und drückt den Dotter ziemlich tief ein. Diese stark erweiterte Keimhöhle ist die schon von C. Vogt erwähnte „Blase" des Coregoneneies. Dieselbe tritt ganz konstant auf; beim Gangfisch etwa bei ein Viertel der Dotterumwachsung, bei der Äsche etwas später.

Zusammenstellung der Resultate.

1. Der Vergleich der Vorgänge bei der Dotterumwachsung der Eier von Gangfisch, Äsche und Forelle hat uns gelehrt, daß das Prinzip der Entwicklung bei allen drei Fischen das gleiche ist, daß aber die Anlage des Embryo im Embryonalschilde zu ganz verschiedenen Zeiten der Umwachsung erfolgt. Am frühesten geschieht dies bei der Forelle, am spätesten beim Gangfisch; die Äsche nimmt eine Mittelstellung ein, lehnt sich aber im großen und ganzen mehr an den Gangfisch an.

2. Zur Zeit des Dotterlochverschlusses haben die Keime aller drei Fische ungefähr die gleich hohe Ausbildung erreicht.

3. Die unter 1 angeführten Tatsachen, die sich besonders auf Beurteilung der Oberflächenbilder des Embryonalschildes aufbauen, werden durch die mikroskopische Untersuchung bestätigt.

4. Die Ursache der Differenzierung des Embryonalschildes zu verschiedenen Zeiten der Dotterumwachsung scheint mit dem Verhältnisse der Masse der Keimscheibe zu derjenigen der Dotterkugel im Zusammenhang zu stehen.

5. Sowohl an den Eiern des Gangfisches wie auch an denen der Äsche tritt konstant eine von C. Vogt zuerst am Ei von *Coregonus palaea* beschriebene Blase auf, welche sich nach Nüß-

lins Untersuchungen auch bei Eiern von *C. fera* und *wartmanni* findet und überhaupt für alle Coregoneneier charakteristisch zu sein scheint.

Diese Blase ist die durch einen inneren Druck stark erweiterte Keimhöhle.

Literaturverzeichnis.

1. Behrens, G. Die Reifung und Befruchtung des Forelleneies. Dissertation. Wiesbaden 1898.
2. Haeckel, E. Biologische Studien. 1875.
3. His, W. Notizen über das Ei und über die Entwicklung von Salmoniden. Internat. Fischereiausstellung in Berlin 1880 (Schweiz).
4. Kopsch, Fr. Experimentelle Untersuchungen über den Keimhautrand der Salmoniden. (Anat. Anzeiger Ergänzungsh. zum XII. Bd. 1896.)
5. — Oberflächenbilder des sich entwickelnden Forellenkeims. (Verhandl. der Anatom. Gesellsch. 1894.)
6. — Die Entwicklung der äußeren Form des Forellenembryo. (Archiv f. mikrosk. Anatomie. Bd. LI. 1898.)
7. Kuppfer, C. v. Beobachtungen über die Entwicklung der Knochenfische. (Max Schultzes Arch. f. mikrosk. Anatomie. Bd. IV. 1868.)
8. Öllacher, J. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Knochenfische, nach Beobachtungen am Bachforellenei. (Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. XXII. 4. Heft. 1872.)
9. Samassa, P. Studien über den Einfluß des Dotters auf die Gastrulation und die Bildung der primären Keimblätter der Wirbeltiere. (Roux' Archiv für Entwicklungsmechanik. Bd. III. 1896.)
10. Schmidt, F. Über die Gastrulation der Doppelbildungen der Forelle mit besonderer Berücksichtigung der Konkreszenztheorie. (Verhandl. der deutsch. zoolog. Gesellsch. 1902.)
11. Vogt, C. Embryologie des Salmones. In: Histoire naturelle des Poissons d'eau douce de l'Europe centrale, par L. Agassiz. Neuchâtel 1842.
12. Ziegler, E. Die embryonale Entwicklung von Salmo salar. Dissertation. Freiburg i. B. 1882.

Einige Angaben über die Literatur der Gangfischfrage.

13. Fatio, V. „Corégones de la Suisse." 1885.
14. — „Faune des vertébrés de la Suisse". Vol. V. Histoire naturelle des Poissons. II. Part. 1890.
15. Klunzinger, Prof. Dr. C. B. „Über die Felchenarten des Bodensees. Württemb. naturw. Jahreshefte." 1884.
16. — „Die Fische des Bodensees." 1892.



17. Klunzinger, Prof. Dr. C. B. „Über Zwergrassen bei Fischen und bei Felchen insbesondere." Jahreshefte d. Vereins f. vaterländ. Naturkunde in Württemberg. Jahrg. 1900, Bd. 56.

18. Nüsslin, Prof. Dr. O. „Beiträge zur Kenntnis der Coregonusarten des Bodensees". Zool. Anz. 1882

19. — „Über das Wesen der Spezies bei den nordalpinen Coregonen." Naturforscherversammlung in Freiburg i. B. 1884.

20. — „Über Unterschiede bei den Eiern der Coregonenarten." Allgem. Fischereizeitung. 1891. No 4.

21. — „Zur Gangfischfrage." Allgem. Fischereizeitung. 1901. No. 12 u. 13.

Figurenerklärung.

Fig. 1 bis 6. Verschiedene Umwachsungsstadien des Gangfisches.

Fig. 1. Gangfischei wenig mehr als halb umwachsen. Hufeisenförmiges Oberflächenbild.

„ 2. Dasselbe von der Seite gesehen.

„ 3. Gangfischei halbumwachsen. Oberflächenrelief noch nicht zu unterscheiden.

„ 4. Gangfischei drei Viertel umwachsen.

„ 5. Gangfischei bei Beginn des Dotterlochschlusses.

„ 6. Gangfischembryo. Verschluß des Dotterloches.

Fig. 7 bis 15. Verschiedene Umwachsungsstadien des Äscheneies.

„ 7 und 8. Keimscheibe, acht Zellen zeigend.

Fig. 9a. Keimscheibe aus vier Zellen bestehend. Die beiden äußeren Zellen sind in Teilung begriffen.

„ 9b. Dieselbe von der Seite gesehen.

„ 10a. Äschenei ein Viertel umwachsen.

„ 10b. Dasselbe von der Seite gesehen.

„ 11. Äschenei etwa ein Drittel umwachsen.

„ 12a Äschenei halb umwachsen.

„ 12b. Der Embryonalschild von Fig. 12a von oben gesehen.

„ 13a. Äschenei drei Viertel umwachsen (Seitenansicht).

„ 13b. Dasselbe von der Fläche gesehen.

„ 14a. Äschenei zu Beginn des Dotterlochverschlusses (Seitenansicht).

„ 14b. Dasselbe von der Fläche gesehen.

„ 15a. Äschenei bei Dotterlochschluß (Flächenansicht).

„ 15b. Hinteres Ende des Embryo von Fig. 15a.

„ 16. Gangfischei ein Viertel umwachsen.

„ 17. Gangfischei etwas mehr als halb umwachsen, nach dem lebenden Ei gez. zur Demonstration der Blase.

„ 18. Sagittalschnitt durch die Mitte einer 184 Stunden alten Gangfischembryonalanlage Die Blase (Keimhöhle) längs geschnitten.

„ 19. Eine 187 Stunden alte Gangfischembryonalanlage quer gegeschnitten. Der Schnitt geht durch die Blase, vor dem Embryonalschilde. Rechts und links Querschnitte des Umwachsungsrandes.

Fig. 20. Die Blase an einem Gangfischei nach Verschluß des Dotter-loches Nach einem lebenden Ei gezeichnet.

„ 21. Querschnitt durch den Embryonalschild eines Gangfisches be ein Viertel Umwachsung.

„ 22. Querschnitt durch die Mitte des Embryonalschildes vom Gang fisch bei halber Umwachsung.

„ 23. Dasselbe bei drei Viertel Umwachsung.

„ 24a. Querschnitt durch den Rumpfteil des Embryonalschildes eine Äsche bei halber Umwachsung.

„ 24b. Schnitt durch den Kopfteil desselben Stadiums.

„ 25. Schnitt durch den Kopfteil eines Embryonalschildes der Äsch bei drei Viertel Umwachsung.

Tafel I.

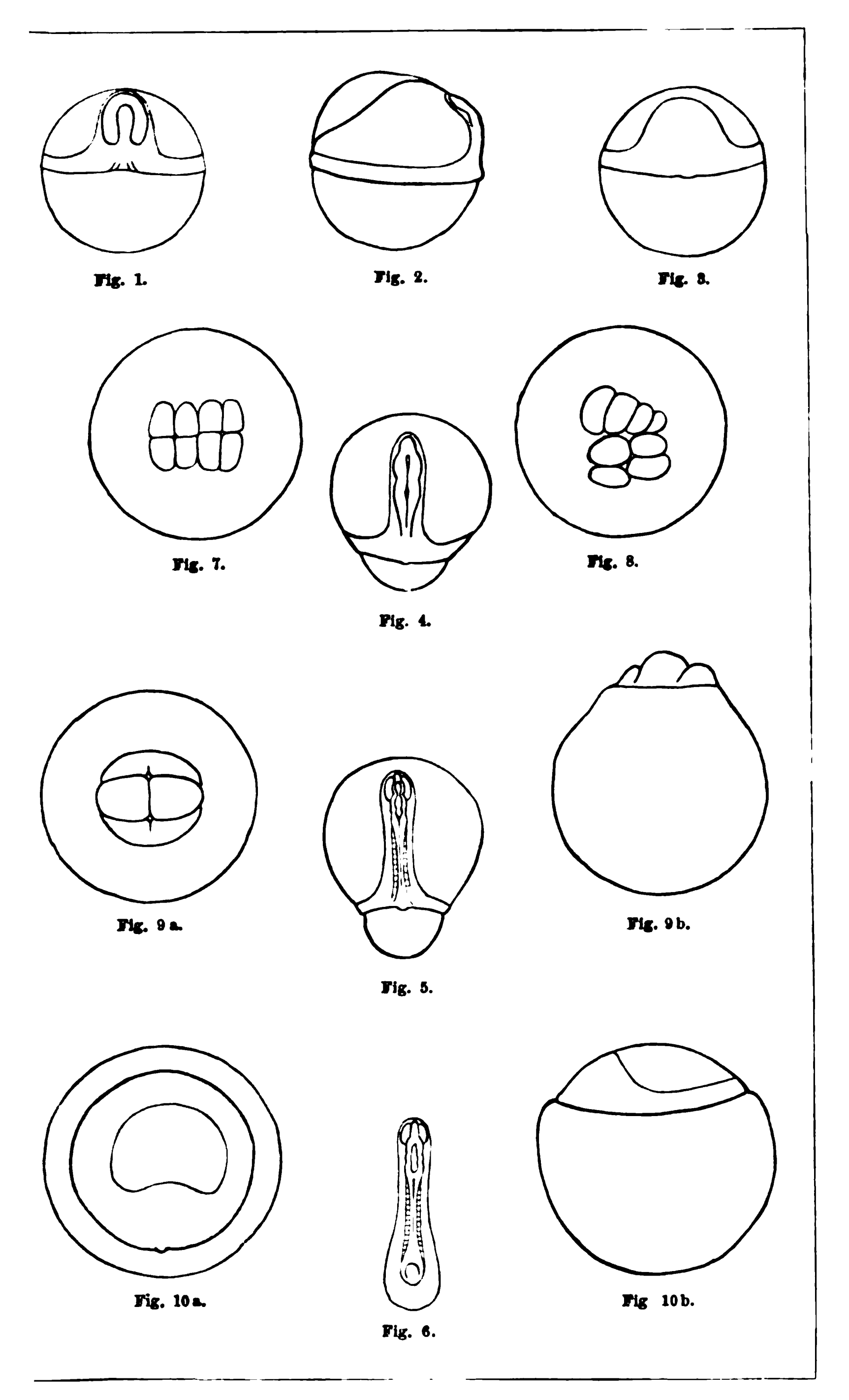
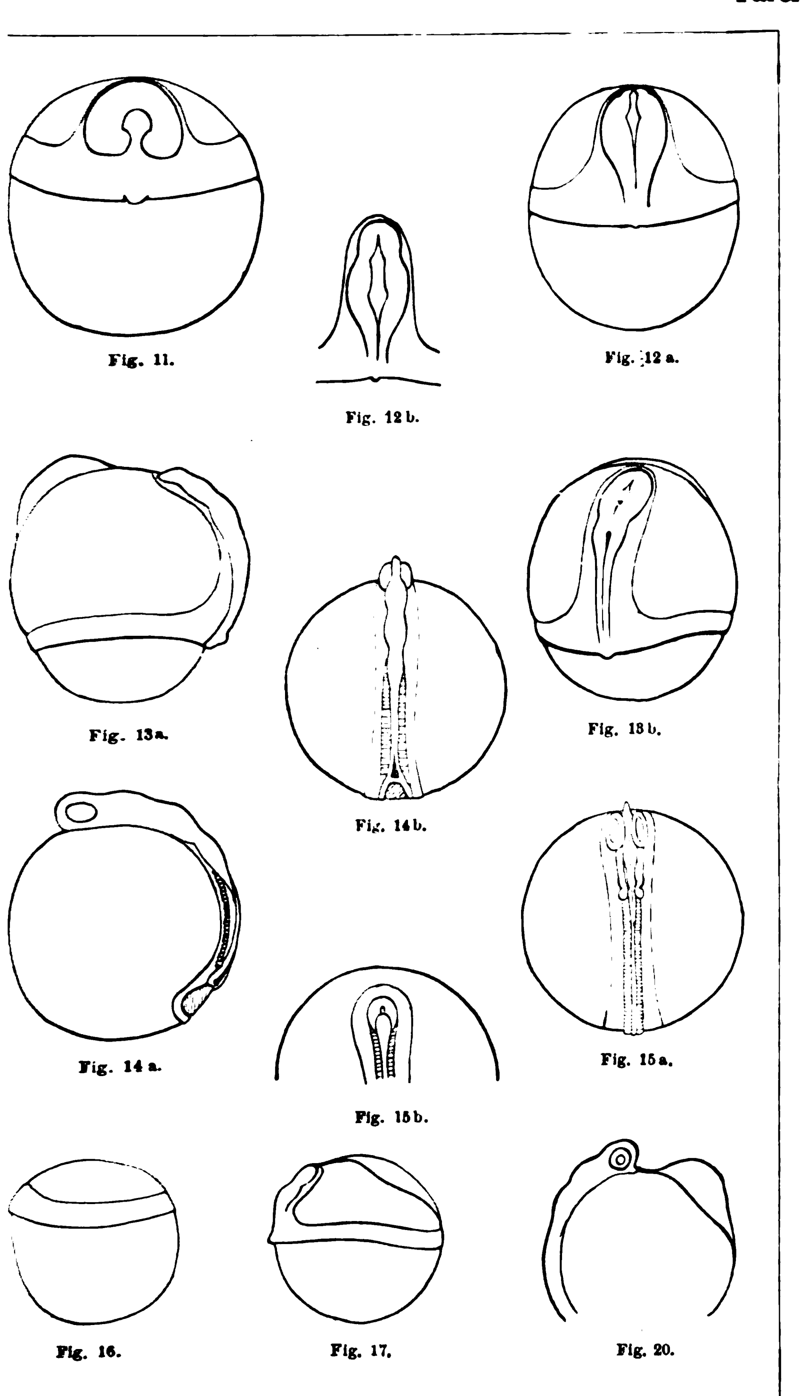


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Fig. 7. Fig. 4. Fig. 8.

Fig. 9 a. Fig. 5. Fig. 9 b.

Fig. 10 a. Fig. 6. Fig 10 b.


Fig. 11.
Fig. 12 a.
Fig. 12 b.
Fig. 13a.
Fig. 13 b.
Fig. 14 b.
Fig. 14 a.
Fig. 15 a.
Fig. 15 b.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 20.

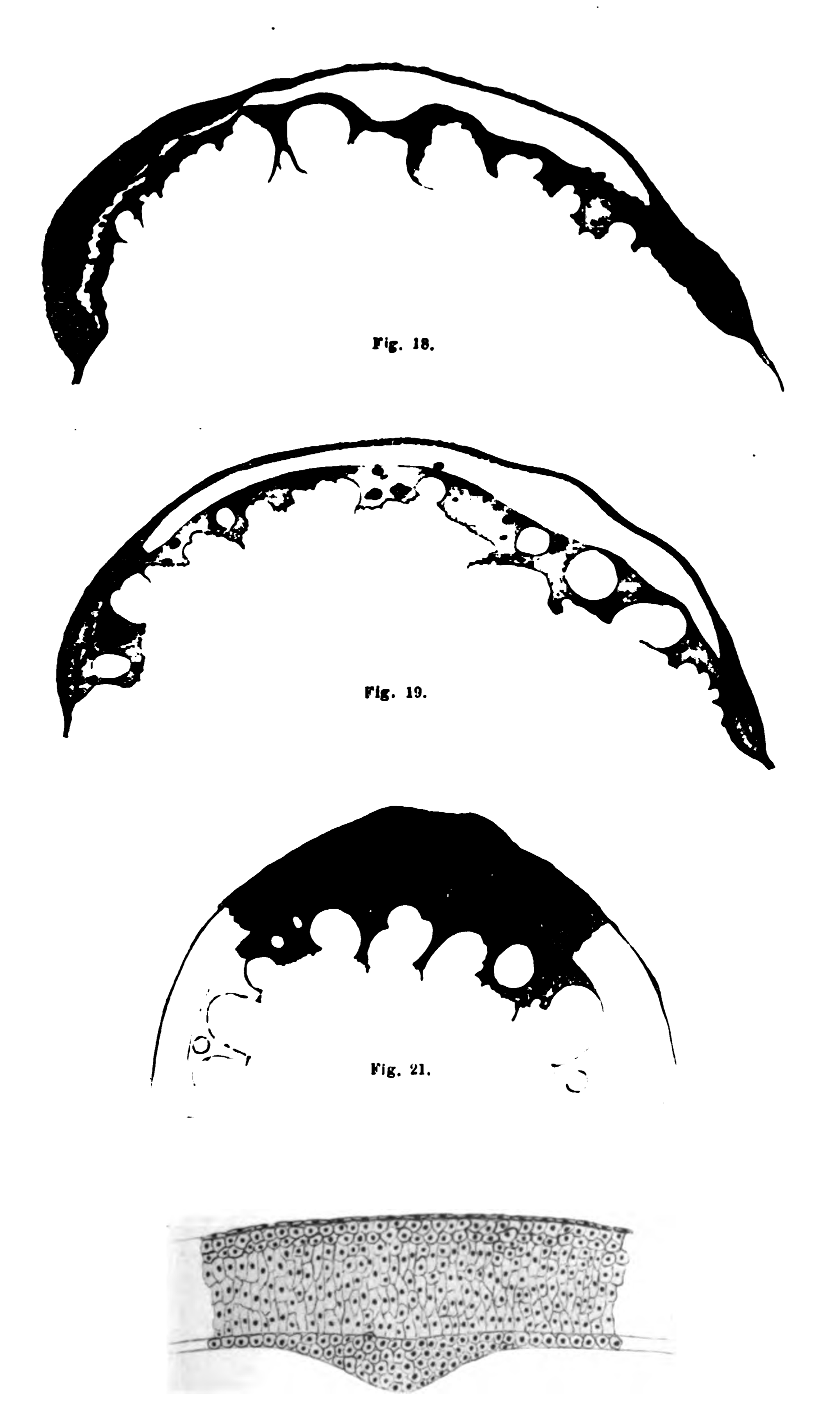


Fig. 18.

Fig. 19.

Fig. 21.

Fig. 22.

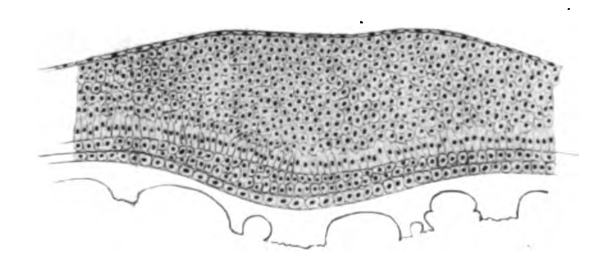


Fig. 23.



Fig. 24 a.

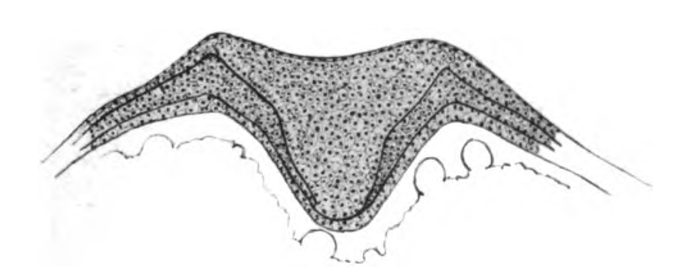


Fig. 24 b.

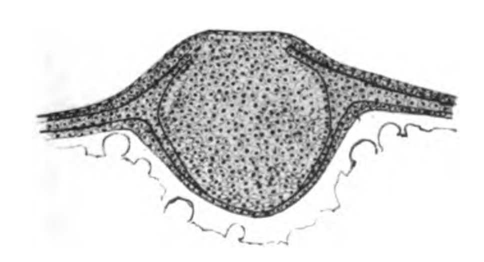


Fig. 25.

Kolonialpolitische und geologische Studien über Birma.

I. Teil: Birma, ein Stück englischer Kolonialpolitik.

Von Hofrat Dr. **Fritz Noetling** in Tübingen.

I. Einleitung.

Die nachfolgende Darstellung beansprucht in keiner Weise völlig erschöpfend zu sein. Abgesehen davon, daß bei dem zur Verfügung stehenden Raume dies an und für sich unmöglich wäre, so würde, wenn alle Details berücksichtigt würden, auch eine gewisse Weitschweifigkeit unvermeidlich sein, die in ihrer Breite nur für einen ganz engen Kreis von Forschern von Interesse sein könnte. Was ich beabsichtige ist an einem konkreten Beispiel die englische Kolonialpolitik und ihre Methoden zu schildern, denn bei der dominierenden Stellung, welche die Weltmacht England einnimmt, ist es immerhin nützlich zu wissen auf welchem Wege diese Stellung erreicht wurde und welche Etappen bis zum Endziel nötig waren. Eine solche Etappe auf dem Wege der Eroberung Südasiens ist Birma, und man wird sehen, daß die englische Methode bei der Erwerbung fremder Länder, auf deren Besitz England im Anfang auch nicht eine Spur von Anrecht hatte, zu allen Zeiten, und überall, ob in Asien oder Afrika, genau die gleiche war. Wenn man die Geschichte der Eroberung Birmas studiert, so glaubt man, es sei förmlich die Probe auf die Annexion der Burenrepubliken gewesen, so übereinstimmend sind die einzelnen Phasen dieser beiden Kolonialkriege, welche mit der Besitzergreifung großer, reicher Länder durch die englische Krone endigten. Die Periode des „Festenfußfassens" in Asien ist ihrer Hauptsache nach vorüber, jetzt beginnt eine neue, in welcher England seinen Besitz zu konsolidieren, vor allem aber zu sichern sucht, denn nur in diesem Sinne kann die Erklärung verstanden werden, mit welcher vor Kurzem die englische Regierung die zivilisierte Welt durch den Mund des Vizekönigs von Indien, Lord Curzon, überrascht hat. Diese Erklärung ließ an Kürze und Deutlichkeit nichts zu wünschen übrig: England

besitze nunmehr Indien, das sich am besten mit einer Festung vergleichen ließe, welche auf drei Seiten von Wasser, auf der vierten Seite von Land umgeben sei. Das Glacis der Festung müsse aber unbedingt in den Händen desjenigen sein, der die Festung selbst hält. Das heißt also mit andern Worten Persien, um im Westen zu beginnen, Afghanistan, Tibet, Yünan und Siam, also so ziemlich das ganze Südasien mit einem ungefähren Areal von 4 910 095 Quadratkilometer* und $29^1/_2$ Million Einwohnern, wie man sich durch einen Blick auf die Landkarte überzeugen kann, wird damit tatsächlich als britisches Eigentum erklärt. Wenn wir auch nicht in der Lage sind, diese Länder sofort zu übernehmen, so wird dies doch in der Zukunft geschehen, ist die stillschweigende Voraussetzung, aber inzwischen hat sich jede andere Macht der Einmischung zu enthalten. Da natürlich das Glacis auch wieder durch vorgeschobene Werke zu sichern ist, so kann es als selbstverständlich angesehen werden, daß England keiner andern Macht gestatten könnte, sich in der Nähe des „Glacis“ festzusetzen, mit andern Worten, durch diese Erklärung Lord Curzons hat England eine förmliche Monroe-Doktrin in englischem Interesse für den noch nicht in europäischen Händen befindlichen Teil Asiens aufgestellt.

Diese weiten Ziele der englischen Politik in Asien sind durchaus noch nicht gebührend gewürdigt worden und doch bilden sie nur den zweiten Abschnitt einer Politik, von welcher der erste mit dem soeben geschlossenen französisch-englischen Abkommen, wodurch England der überwiegende Einfluß in Siam, westlich des Mekong, inklusive der Halbinsel Malacca zugestanden ist, erfolgreich zu Ende geführt wurde. Dieser erste Teil einer Politik, deren Endziel die Vorherrschaft in Asien oder doch wenigstens

---

* Die Schätzung von rund 5 Millionen Quadratkilometer mit 30 Millionen Einwohnern basiert auf folgenden Angaben, die natürlich auch ihrerseits nur mehr oder minder zuverlässig Nährungswerte darstellen.

a Afghanistan . .	550 000	Qdrt.-Kil.	6	Mill. Einw.
b. Persien . . .	1 648 195	„	9	„ „
c. Siam	520 000	„	7	„ „
d. Tibet	1 912 000	„	$1^1/_2$	„ „
e. Yünan . . .	280 000	„	6	„ „
Zusammen .	4 910 195	Qdrt.-Kil.	$29^1/_2$	Mill. Einw.

Mit andern Worten, durch die Erklärung der englischen Regierung wird ein Gebiet von etwa der neunfachen Größe des Deutschen Reiches oder etwa der halben Größe Europas als englische Besitzungen in spe proklamiert.

in Südasien ist, bestand darin, daß England sich in den Besitz der Küsten des indischen Ozeans setzte. Wenn man eine Karte von Asien betrachtet, so ist einer der auffälligsten Züge der Südküste das ausgesprochene Vorspringen eines Dreiecks, das gewöhnlich als Deccan bezeichnet wird, an das sich im Norden und Nordwesten die fruchtbaren Ebenen des Ganges und des Indus im weiteren Sinne angliedern. Wer sich im Besitze der Halbinsel Deccan mit ihrem Hinterlande befand, erlangte damit eine strategisch ungemein wichtige Position, welche im Osten den Bengalischen Meerbusen, im Westen das Arabische Meer beherrschte. Der Besitz der Küsten dieser beiden großen Meeresteile sicherte aber der Macht, die sich hier festgesetzt, unbedingt die Vorherrschaft in Südasien. Es ist nun bezeichnend für die englische Politik, daß noch lange, ehe die Herrschaft Englands im eigentlichen Indien konsolidiert war, das Hauptbestreben darauf gerichtet war, zunächst die Mündungsgebiete der großen indischen Flüsse zu okkupieren, darnach mehr und mehr die dazwischen liegenden Küstenteile zu besetzen und von hier aus das Hinterland zu unterwerfen. Die Aufgabe gliederte sich naturgemäß in zwei Teile

a. Besitzergreifung der Küsten des Bengalischen Meerbusens,
b. Besitzergreifung der Küsten des Arabischen Meeres.

Es liegt in der Natur der Sache, daß die erste Aufgabe in den Vordergrund rückte. Einmal bei den meist geringeren Entfernungen,* welche für die Küstenschiffahrt in Betracht kamen, dann aber weil die Ostküste des Meerbusens von Bengalen die direkte Fortsetzung der indischen Küste bildet. Anders liegen die Verhältnisse im Westen. Zunächst sind hier die Entfernungen erheblich größer,** dann aber ist die Westküste des arabischen Meeres nicht sozusagen die direkte Fortsetzung der indischen Küste, sondern sie erleidet durch die tief eingreifenden Einschnitte des Persischen Golfes mit seiner Fortsetzung dem Golf von Oman und dem Roten Meere, mit seiner Fortsetzung dem Golf von Aden ganz wesentliche Unterbrechungen. Die Ostküste des Arabischen Meeres verteilt sich also nicht nur auf zwei Weltteile, sondern die arabische Halbinsel, bildet eine störende Unterbrechung der Kon-

* Es sind von Calcutta nach Rangun 787 Seemeilen, Calcutta nach Colombo 1380 Seemeilen, Calcutta nach Singapore 1550 Seemeilen.

** Bombay nach Maskat 870 Seemeilen, Bombay nach Aden 1664 Seemeilen, Bombay nach Sansibar 2260 Seemeilen.

tinuität, kurz hier stellten sich für den engeren Verkehr Schwierigkeiten in den Weg, die so leicht nicht zu überwinden waren.*

Wenn also zunächst die Hauptaufgaben der englischen Eroberer die Besitzergreifung der Küstenlinie des Bengalischen Meerbusens war, so wurde doch das andere Ziel, die Okkupierung der Küsten des Arabischen Meeres, nicht außer acht gelassen, denn bereits im Jahre 1843 wurden die Indusmündungen und das unwirtliche Sind besetzt, von wo aus langsam die Grenze nach Belutschistan vorgeschoben wurde.

Im Gebiet des Bengalischen Meerbusens jedoch entfaltete sich die Tätigkeit der Engländer am energischsten. Nachdem zu Anfang des 19. Jahrhunderts von Calcutta im Norden und von Madras im Süden her vordringend, die ganze West- und Nordküste des Bengalischen Meerbusens unter englische Herrschaft gebracht war, richteten sich die Blicke naturgemäß auf die Ostküste. Dort existierte zu Anfang des 19. Jahrhunderts, ein mächtiges Reich, das Königreich von Ava, dessen Bevölkerung unter einem absoluten Monarchen von echt orientalischer Selbstüberschätzung erfüllt war, mit welchem die Engländer in erster Linie in Konflikt kommen sollten.

Wenn man die englischen Geschichtswerke über die birmanischen Kriege studiert, und nur solche liegen als Quellen vor, wenn man namentlich die den Kriegen vorhergehenden und nachfolgenden diplomatischen Verhandlungen genauer verfolgt, so springen zwei Punkte in die Augen. Einmal die stark parteiische Färbung, welche an dem Gegner kein gutes Haar läßt, dagegen die armen braven Engländer als die still Unrecht leidende Nation, die erst durch das Übermaß des ihr zugefügten Unrechtes in gerechte, zornige Aufwallung versetzt wurde, hinstellt. Der zweite Punkt sind die in der ganzen englischen Kolonialgeschichte stets wiederkehrenden Handelsverträge, welche eine bequeme Handhabe bieten, die andere Nation jeder Zeit der Nichterfüllung gewisser Punkte beschuldigen zu können. Man meint förmlich die Geschichte des Burenkrieges mit seinem Spiel diplomatischer Kniffe, mit den armen, unterdrückten englischen Untertanen in erster Auflage zu erleben, wenn man die Geschichte der Eroberung Birmas liest, und gegenwärtig erleben wir dasselbe Schauspiel

* Doch ist nicht zu vergessen, daß trotz der weiten Entfernung sich, dank der Regelmäßigkeit des Monsuns schon in früher Zeit ein lebhafter Handelsverkehr zwischen der Westküste Indiens und Sansibar entwickelt hat.



wiederum mit Tibet. Die Länge der Zeit spielt keine Rolle, aber das Ziel wird unverrückbar im Auge behalten, und die englische Kolonialmacht annektiert im gegebenen Momente nur genau so viel Territorium als sie glaubt ohne Schaden absorbieren zu können, wobei der übrigbleibende Teil einen Wechsel auf die Zukunft darstellt, der bei passender Gelegenheit eingelöst wird. Es sind diese Punkte der englischen Kolonialgeschichte niemals gebührend berücksichtigt und gewürdigt worden. Diejenigen, welche glauben, daß England sich auf dem Wege der Monopolisierung Südasiens durch Verträge zurückhalten ließe, befinden sich in einem bedauerlichen Irrtum, und die neuerliche Kundgebung des Vizekönigs von Indien sollte doch auch der großen Menge die Augen über das Endziel der englischen Kolonialpolitik in Asien geöffnet haben. Leider aber liegen diese Verhältnisse so abseits und sie sind dem, der sich nicht speziell mit der englischen Kolonialgeschichte in Indien beschäftigt hat, so fremd, daß er jedesmal, wenn die Welt wieder durch ein fait accompli englischer Annexionslust überrascht wird, sich staunend fragt wie das nur wieder möglich sei. Von der stillen, langsamen Maulwurfsarbeit, die der Annexion irgend eines Landes vorherging, erfährt die Welt nichts. Lagern doch heute in den Geheimarchiven der indischen Regierung die ausführlichsten Beschreibungen von Ländern, welche der geographischen Wissenschaft immer noch unbekannt sind und wenn veröffentlicht, eine Fülle von neuen geographischen Daten über diese Länder geben würden. Offiziere des indischen Intelligence Office durchstreifen permanent das Glacis Indiens, um bei diesem Bilde zu bleiben und ihre Berichte werden später verarbeitet, ergänzt und berichtigt. Dieser Arbeit verdanken die sog. Gazetteers ihre Entstehung; dieselben enthalten die ausführlichsten Beschreibungen von Land und Leuten, die genaueste Geschichte der herrschenden Familie resp. der Prätendenden, die Hilfsquellen, wobei ganz besonderes Gewicht auf die Ernährung einer Armee im Felde gelegt wird, die Hauptrouten und Wege, kurz alles das, was für eine Armee wissenswert und nötig erscheint. Der Geheim-Gazetteer von Birma, ein dreibändiges Werk, war ein Muster dieser Darstellung; dabei wurden einzelne strategische Punkte für von so großer Wichtigkeit für eine operierende Armee gehalten, daß statt der Tafel, welche dieselbe zur Anschauung bringen sollte, nur ein weißes Blatt, allerdings mit Bezeichung und Tafelnummer, existierte.

2. Kurzer Überblick über die Geschichte Birmas bis zum Beginn des ersten birmanischen Krieges, mit besonderer Berücksichtigung der Shwebo-Dynastie.

Bevor wir nun weiter gehen, wird es zweckmäßig sein, mit wenigen Worten die Geschichte dieses Königreiches zu beleuchten. Die frühesten Perioden der Geschichte des Landes sind vorläufig noch in undurchdringliches Dunkel gehüllt. Welcher Rasse die Ureinwohner Birmas angehörten, läßt sich jetzt wohl nicht mehr entscheiden. Sicher ist nur, daß das Land von successiven Wellen der Invasion mongolischer Stämme überflutet wurde, und man geht wohl nicht fehl, wenn man diese Invasion in die Zeit der großen Völkerwanderungen setzt. Jedenfalls kamen diese Völkerstämme um zu bleiben, und so haben sich denn schon sehr frühzeitig eine Reihe von Königreichen, die sich gegenseitig aufs bitterste befehdeten, gebildet. Es würde zu weit führen im Rahmen dieser Abhandlung auf die Details der Geschichte dieses Königreichs einzugehen. Die birmanische Chronik, das Maha Yazawin, berichtet allerdings über die legendäre Geschichte einiger Dynastien, welche im südlichen Teil Birmas im heutigen Prome von etwa 483 v. Chr. bis etwa 1000 A.D. regierten, ebenso soll die Geschichte des Königreichs Arrakan angeblich bis ins Jahr 2666 v. Chr. zurückreichen, aber die durch Inschriften beglaubigte Geschichte Birmas beginnt erst mit der Thronbesteigung des Königs Anaratazaw, welcher im Jahre 10 0 A.D. die Hauptstadt des Reiches von Prome nach Pagan am mittleren Irrawaddi verlegte. Diese Dynastie gelangte zu großer Blüte, wie die Erbauung zahlreicher Pagoden bewies. Diese Bauten bilden heute noch die interessantesten und wichtigsten historischen Monumente Birmas, denn zu einer ähnlichen Höhe der Schöpfungskraft haben sich die Birmaner nie wieder aufgeschwungen. Die Dynastie von Pagan kam nach kaum dreihundertjähriger Herrschaft im Jahre 1279 A.D. durch den Einfall einer chinesischen Armee, den uns Marco Polo in seiner charakteristischen Weise geschildert hat, zu einem jähen Ende. Der letzte König Kyawswa wurde ermordet und das große Reich der Pagan-Dynastie zerfiel in eine Reihe kleinerer Staaten. Erst gegen 1599 scheint sich wiederum eine staatliche Einheit herausgebildet zu haben, als einer der Könige der Taungu-Dynastie, Nyaung Yan Min zu Ava residierte und ganz Birma mit Ausnahme von Arrakan unter seine Herrschaft brachte.

Die Ausdehnung des alten Reiches, der Mon-Rasse, welche ungefähr 250 Jahre lang die Vorherrschaft in Birma führte, ist auf der nachstehenden Kartenskizze angegeben. Die Taungu-Dynastie regierte bis gegen das Jahr 1751 als der letzte König Maha Damma Radscha Dibuti durch eine Revolution gestürzt und in Pegu hingerichtet wurde. Die Herrschaft der Rebellen unter ihrem Könige Binya Daba war von kurzer Dauer, denn im Jahre 1757 wurde er von den Birmanern, welche sich unter ihrem Führer Alaung Paya empört hatten, gefangen genommen und später hingerichtet.

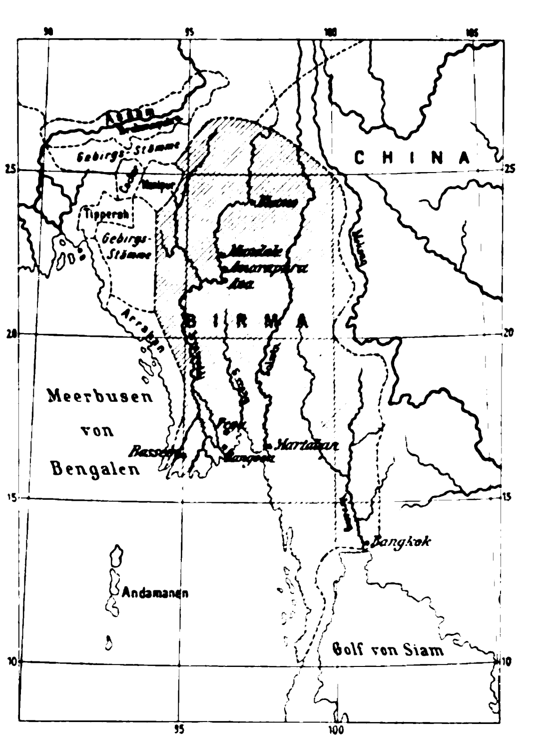


Fig. 1: **Das birmanische Reich ums Jahr 1580.**

Alaung Paya war von niederer Geburt, aber er scheint jene magische Kraft der Persönlichkeit besessen zu haben, durch welche er sich von einem einfachen Bauer zum Könige von Birma emporschwang. Mit Alaung Paya, dem Gründer der Moksobo (Shwebo)-Dynastie, deren letzter Nachkomme, König Hsipaw (Thibaw), heute als politischer Gefangener der Engländer in Ratanagiri an der Westküste Indiens ein freudloses Dasein verbringt, beginnt die moderne Geschichte Birmas, und damit auch der Konflikt mit der in Indien allmählich die Herrschaft ergreifenden europäischen Macht. Man könnte vielleicht sagen, daß die Erhebung Alaung Payas in sich schon den Keim des Unterganges trug, denn ein von starkem Nationalbewußtsein getragenes birmanisches Reich mußte eine ständige Gefahr für die britische Herrschaft in Indien bedeuten. Hätte nach der Gründung des

Reiches durch Alaung Paya die birmanische Nation sich in ähnlicher Weise entwickelt, wie ein Jahrhundert später ein anderes mongolisches Reich, Japan, dann würden sich die Geschicke Indiens vielleicht anders gestaltet haben. Allein diese Einsicht fehlte den Birmanern und so zerbröckelte das Reich Alaung Payas unter kraftlosen Nachfolgern, welche in ihrem Eigendünkel die Macht der westlichen Nachbarn unterschätzten. Aber trotzdem ist der heroische, sechzig Jahre lang dauernde Kampf, in dem Birma zuletzt als selbständiges Reich unterging, ein Beweis für die außerordentliche Widerstandskraft der birmanischen Rasse. Es ist von hohem Interesse die einzelnen Phasen dieses Kampfes zu verfolgen, in dem ein begabtes Volk, das schon eine hohe Blüte der Kultur entfaltet hatte, als sein nachmaliger Eroberer noch nicht einmal als Nation existierte — die Schlacht bei Hastings fand im Jahre 1066 statt — aber auf der einmal erreichten Höhe stehen geblieben war, von dem kulturell stetig fortschreitenden Gegner besiegt wurde. Alaung Paya regierte nur sechs Jahre; er starb im Jahre 1760 als er die Hauptstadt von Siam, Ayodaya, belagerte, aber während dieser kurzen Zeit hatte er die Grenzen seines Königreiches mehr erweitert als einer seiner Vorgänger. Bei seinem Tode traf Alaung Paya die unheilvolle Bestimmung, daß seine sechs Söhne nacheinander zur Regierung gelangen sollten, eine Bestimmung, die natürlich bei den im Orient üblichen Gebräuchen in sich den Keim zu Mord und Rebellion trug. Hierbei ist zu bemerken, daß in Birma das Gesetz der Primogenitur nicht bekannt ist, daß vielmehr der jeweilige Thronfolger, welcher als solcher den Titel Ein Ché Min* führt, von dem regierenden Fürsten ernannt wird.** Daß dieser Gebrauch auch zu Zwistigkeiten und Palastrevolutionen führte, liegt auf der Hand, und auf diese Rechtsunsicherheit der Thronfolge

* Ein Sché Min = Prinz, der vor dem Hause steht.

** Eine ebenso merkwürdige, wie unheilvolle Sitte, die jedenfalls für die bei einigen Königen notorisch ausgebrochene Geisteskrankheit verantwortlich zu machen ist, war die Geschwisterehe. Jeder König hatte vier legitime Frauen, und die von der ersten Frau geborene Tochter, welche den Titel Tabindaing führte, wurde dem Thronfolger als erste Frau vermählt. Sie wurde dann später die Hauptkönigin (Nanmadaw). Damit aber, falls der Tabindaing ein Unfall zustoßen sollte, Ersatz vorhanden war, so wurde die nächste Prinzessin aus königlichem Geblüt ebenfalls mit dem Thronfolger vermählt, sie wurde später die „mittlere“ Königin (Alenandaw). Jeder König von Birma war also mit mindestens zwei seiner Halbschwestern vermählt.

sind nicht in letzter Linie die Hekatomben gemordeter Mitglieder der Königsfamilie zurückzuführen, durch welche jede Thronbesteigung inauguriert wurde. Denn kein König fühlte sich auf seinem Throne sicher, so lange noch Verwandte existierten, die sich mehr zur Thronfolge berechtigt glaubten als er selbst. Der Verwandtenmord im birmanischen Königshause war, so entsetzlich dies auch für unser modernes Gefühl sein mag, einfach ein Gebot der Selbsterhaltung.

Um nun die nachfolgende Darstellung übersichtlicher zu gestalten, wird es zweckmäßig sein, eine Stammtafel der Shwebo-Dynastie zu geben, wobei die regierenden Könige der Reihe ihrer Succession nach mit Zahlen bezeichnet sind.

1. Alaung Paya (1755—1760)

2. Naungdawgyi (1760—1763)	3. Sinpyuyin (1763—1776)	6. Bodaw Paya (1781—1819)
5. Maung Maung regierte nur sieben Tage im Jahre 1781	4. Singu Min (1776—1781)	
	7. Hpagyidaw Paya (1819—1838)	8. Shwebo Min (von den Engländern König Tharrawaddi bezeichnet) (1838—1846)
	9. Pagan Min (1846—1852) entthront	10. Mindon Min (1853—1878)
		11. Hsipaw Min (1878—1885) (von den Engländern König Thibaw genannt, abgesetzt 1885)

Anmerkung. Die Könige
Naungdawgyi (2), Sinpyuyin (3), Bodaw Paya (6) — Brüder
sind Söhne Alaung Payas. Die Könige
Singu Min (4), Maung Maung (5) — Vettern
sind Enkel, Die Könige
Hpagyidaw (7), Tharrawaddi (Shwebo Min) (8) — Brüder
sind Urenkel, Alaung Payas. Die Könige

Payan Min (9) }
Mindon Min (10) } Halbbrüder

sind Ur-Urenkel und der letzte König Hsipaw Min ein Ur-Ur-Urenkel des Gründers der Dynastie, welche in einer Zeit von 130 Jahren fünf Generationen und elf Könige erzeugt hatte. Die Zahl der direkten und meist gemordeten Abkömmlinge wird sich jedoch schwerlich feststellen lassen, man kann sich aber eine ungefähre Vorstellung davon machen, wenn man bedenkt, daß Pagan Min einhundert und dreißig lebende Kinder hatte.

Der älteste Sohn Alaung Payas regierte nur für kurze Zeit und wurde wahrscheinlich von seinem Bruder ermordet, der darauf unter dem hochtönenden Namen Sinpyuyin = Herr des Weißen Elephanten den Thron von Birma bestieg. König Sinpyuyin hatte das kriegerische Naturell seines Vaters geerbt, aber während er im Jahre 1761 in Siam siegreich vorgedrungen war und die Hauptstadt Ayodya genommen und zerstört hatte, erhielt er die Nachricht, daß sein eigenes Reich durch eine Invasion der Chinesen bedroht werde. Die chinesische Armee wurde im Jahre 1767 von den Birmanern geschlagen, aber keineswegs entmutigt kehrten die Chinesen im Jahre 1769 zurück, wurden aber wiederum geschlagen. Schließlich wurde eine Konvention bei Bhamo unterzeichnet, durch welche der Friede zwischen den beiden Nachbarreichen hergestellt wurde; auf Grund dieser Konvention hat China in späteren Jahren einen Anspruch auf den oberen Irrawaddi erhoben.

Sein Sohn und Nachfolger Singu Min sah sich wiederum in einen Krieg mit Siam verwickelt. Nachdem König Sinpyuyin die alte Hauptstadt von Siam zerstört und die Königsfamilie von Siam als Gefangene nach Birma geschleppt hatte, warf sich ein chinesischer Abkömmling namens Paya Tak zum Herrscher von Siam auf, und nachdem er der zurückweichenden birmanischen Armee schwere Verluste beigebracht hatte, gründete er die neue Hauptstadt Bangkok. Die Operationen in Siam verliefen nicht günstig für die Birmaner, zugleich zeigten sich die Folgen der von Alaung Paya eingerichteten Succession. Wurden seine Wünsche respektiert, dann war sein überlebender Sohn der rechtmäßige Thronfolger und nicht Singu Min; wollte man diesen Wunsch aber nicht respektieren, so hatte der älteste Sohn des zweiten Königs, Maung Maung, größeres Anrecht auf den Thron als Singu Min, der doch der Sohn eines jüngeren Bruders war. Im Palaste zu Ava wurde konspiriert. Singu Min antwortete damit, daß er einen seiner jüngeren Brüder und seinen Onkel, den

vierten Sohn des Königs Alaung Paya ermorden ließ. Der fünfte Sohn wurde eingekerkert. Während einer temporären Abwesenheit des Königs von seiner Residenz proklamierte eine Bande Verschworener den jungen 18jährigen Maung Maung als König. Singu Min kehrte in Eile nach Ava zurück, wurde aber, während man ihm den Eingang in den Palast nicht hinderte, von dem Vater, einer seiner eigenhändig von ihm ermordeten Frauen erschlagen. Diese Gelegenheit benützte der eingekerkerte Badun Min um sich, mit Bezug auf den Wunsch seines Vaters, zum König zu proklamieren und der arme junge Maung Maung wurde nach siebentägiger Regierung hingerichtet. Badun Min bestieg nunmehr unter dem Namen Bodaw Paya den Thron seines Vaters. Nachdem er verschiedene Aufstände niedergeworfen, gründete er die neue Hauptstadt Amarapura nordöstlich von Ava, welche 1783 bezogen wurde. Bodaw Paya suchte die Thronfolge seinen direkten Nachkommen zu sichern, wogegen aber sein Bruder Pandali Thakin, der letzte der Söhne Alaung Payas, protestierte, indem er den König auf sein eigenes Beispiel hinwies. Bodaw Paya entledigte sich seines Bruders in der üblichen Weise, er wurde in einen Sack aus rotem Sammt gebunden und dann im Irrawaddi ertränkt. Bodaw Paya begann im Jahre 1784 einen Krieg mit Arrakan, das er nach kurzem Widerstand eroberte und dem birmanischen Reiche einverleibte. Die Eroberung Arrakans war in letzter Linie die Veranlassung zu dem Zusammenstoß mit der englischen Kolonialmacht. Die letzten Jahre seiner Regierung waren mit Kriegen gegen Siam, die, mit wechselndem Glück geführt, im allgemeinen für die Siamesen günstig verliefen, gegen Manipur und Assam ausgefüllt. Die englische Geschichtsschreibung will in Bodaw Paya ein Ungeheuer sehen, bei dem der Cäsarenwahnsinn bereits voll ausgebrochen war, und der als den höchsten Ruhm seiner Regierung, einen völlig weißen, männlichen Elephanten, der in den Urwäldern von Pegu gefangen war, betrachtet habe. Er wurde von seinen Enkel Hpagyidaw gefolgt, der, nachdem er zwei seiner Onkel ermordet hatte, die Residenz wieder nach Ava zurückverlegte. Zur Zeit der Thronbesteigung dieses, des siebenten Königs der Shwebo-Dynastie, besaß das birmanische Königreich seine größte Ausdehnung, wie folgendes Kärtchen veranschaulicht. (Fig. 2.) Außer dem eigentlichen Birma gehörten Arrakan, Tenasserim ein Teil Siams, die Shanstaaten bis weit über den Mekong, Manipur und das Tal des Brahmaputra, das

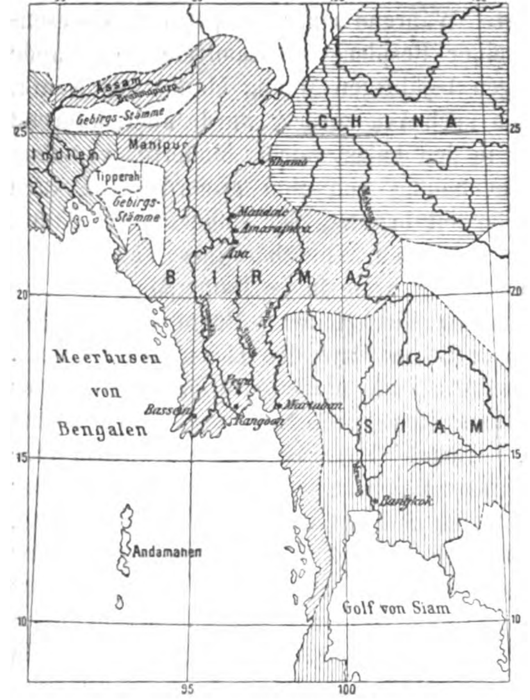


Fig. 2: Das birmanische Reich zur Zeit seiner größten Ausdehnung ums Jahr 1822.

heutige Assam bis etwa in die Gegend des 90. Längegrades zu Birma. Das Reich besaß damals (also Anfang der zwanziger Jahre des 19. Jahrhunderts) eine Ausdehnung von etwa 670000 Quadratkilometer, was etwa das $1^1/_4$ des Deutschen Reiches beträgt.*

Unter diesem König kam Birma in den ersten Konflikt mit der englischen Kolonialmacht, welchen wir als ersten birmanischen Krieg schildern wollen. Denn damit beginnt der Todeskampf der birmanischen Nation, der mit dem immerwährenden (?) Verluste der nationalen Unabhängigkeit endete.

3. Der erste birmanische Krieg.

(5. März 1824 bis 24. Februar 1826.)

Die erste Veranlassung zum ersten birmanischen Kriege war, wie oben erwähnt, die Annexion von Arrakan durch König Bodaw Paya. Tausende von Arrakanesen flüchteten über die Grenze auf englisches Territorium und von hier aus machten sie beständig Einfälle in birmanisches Gebiet. Die birmanische Regierung beschwerte sich mit Recht darüber bei der indischen und

* Selbstverständlich ist dies nur ein Nährungswert, da sich bei der Unsicherheit der damaligen Grenzen die Größe des Areals in Siam, den Shanstaaten und im Brahmaputratale nur schätzungsweise angeben läßt. Jedenfalls ist diese Angabe eher zu niedrig als zu hoch genommen.

verlangte, daß dieselbe entweder diesen Einfällen ein Ende mache, oder die Flüchtlinge ausliefere. Die indische Regierung konnte oder wollte weder das eine noch das andere, und so suchte die birmanische Regierung selbst Ordnung zu schaffen und verfolgte die Rebellen auf britisches Territorium. Dies führte endlich zu Verhandlungen mit der indischen Regierung, welche der Reihe nach eine Anzahl von Gesandten an den Hof von Ava schickte, wo sie angeblich mit der größten Mißachtung behandelt wurden. Doch scheint dies durchaus nicht der Fall gewesen zu sein, denn wir verdanken gerade dem ersten Gesandten Captain Symes, der im Jahre 1795 nach Amarapura ging, eine sehr ausführliche Beschreibung von Birma. Ja noch mehr, Captain Symes brachte eine Art Vertrag mit Birma zurück, der als Quelle all der späteren Verwicklungen angesehen werden muß. Es wird sich heute schwerlich mehr ermitteln lassen, ob und wie weit Captain Symes selbst getäuscht wurde, ob dieser Vertrag nur das Werk eines unverantwortlichen Beamten war, oder ob, was allerdings sehr zu bezweifeln ist, der König selbst diesen Vertrag abschloß. Genug, einer der Artikel setzte die Zulassung eines britischen Gesandten* am Hofe von Ava fest, und dieser Artikel gab in letzter Linie den Anlaß zu allen späteren Friktionen. Wenn man unparteiisch abwägt, wer im Rechte war, so kann man dem Könige von Birma durchaus nicht bestreiten, daß er den Abgesandten des Generalgouverneurs von Indien, dessen staatsrechtliche Stellung ihm wohl bekannt war, durchaus nicht mit königlichen Ehren empfing. Man kann es dem Könige von Birma kaum verdenken, wenn er als Souverän eines großen Reiches sich weigerte, den Abgesandten einer Handelsgesellschaft auf die gleiche Stufe mit dem direkten Abgesandten eines fremden Herrschers zu stellen. Der englische Resident zog sich im Jahre 1810 definitiv aus Birma zurück. Mittlerweile häuften sich die Reibereien an der Grenze, und etwa ums Jahr 1815 erreichte die Lage einen kritischen Punkt. Leider fließen die Quellen hier sehr spärlich, es scheint aber, daß König Bodaw Paya in geheime

* Es verdient hier bemerkt zu werden, daß die indische Regierung überhaupt keinen Gesandten (Ambassador) aussenden kann, sondern ihren Verkehr mit den benachbarten Ländern durch sog. Residents unterhält. Der Resident ist der indischen, nicht aber der großbritannischen, Regierung unterstellt, also ein indischer Beamter, der gewöhnlich aus dem politischen Dienst gewählt wird.

7*

Verhandlungen mit den Maharattas und dem Hof zu Lahore im Pandschab trat, die nur durch den zeitigen Sieg der Engländer bei Kirki die Bildung einer Koalition gegen England verhinderten. Im Jahre 1819 als Bodaw Paya starb, waren die Reibereien zwischen Engländern und Birmanern längs der Grenze von Assam, Manipur und Arrakan in ein chronisches Stadium getreten, das schließlich zu einem latenten Kriegszustande führte. Der eigentliche Krieg wurde aber erst erklärt, als am 23. September 1823 eine Abteilung bewaffneter Birmaner den Grenzfluß Naf zwischen Chittagong und Arrakan überschritt und eine englische Grenzwache niedermetzelte. Es mag nun befremdlich erscheinen, warum die Engländer, die doch nach eigener Angabe seit dem Jahre 1784 beständig von den Birmanern gereizt und beschimpft wurden, bis zum Jahre 1823, also 37 Jahre, warteten, bevor sie den Birmanern den Krieg erklärten. Die Antwort auf diese Frage ist leicht gefunden. Abgesehen von den europäischen Verwicklungen, in denen sich das Mutterland England zu dieser Periode befand, waren die Verhältnisse in Indien noch durchaus nicht so gefestigt, daß sich die indische Kolonialmacht in einen Zwist mit dem mächtigen Nachbarreiche einlassen konnte. Ein unglücklicher Krieg mit Birma hätte unter Umständen das Ende der englischen Herrschaft in Indien bedeuten können. Man ließ also die Birmaner in Ruhe, trotzdem sich in der Periode von 1784 bis 8123 mehr Zwischenfälle ereigneten, die Anlaß zur Kriegserklärung geben könnten, als der unbedeutende Überfall der Grenzwache am Nafflusse im Jahre 1823. Aber erst im Jahre 1824 fühlte sich die indische Regierung stark genug, den Waffengang mit Birma zu wagen und der Krieg wurde am 5. März 1824 formell erklärt.

Die indische Regierung scheint sich leichten Herzens in diesen Krieg begeben zu haben und man erwartete eine schnelle und glorreiche Niederwerfung der übermütigen Birmaner. Wir bemerken schon damals, wie so oft in späteren Jahren, den Kardinalfehler der englischen Politik, der sich jedesmal bitter gerächt hat: die Unterschätzung des Feindes. Man könnte fast den Schluß ziehen, daß es England nie und nimmer lernen wird, den Gegner zu würdigen, und fast mit Sicherheit eine Niederlage erleiden muß, wenn es jemals in Konflikt mit einem ebenbürtigen Gegner kommt. Während nun die Birmaner erwarteten, die indische Regierung würde den Krieg auf dem Lande in Arrakan

beginnen, wurden die 11 500 Mann Truppen, welche mittlerweile in Calcutta und Madras gesammelt waren auf dem Seewege nach Niederbirma gesandt wo sie am 11. Mai, dort wo jetzt das heutige Rangun steht, landeten. Rangun, damals noch ein kleines Dorf, das hauptsächlich durch seine große Pagode, die Shwe Dagon, ein Nationalheiligtum der Birmaner, bekannt war, wurde ohne Widerstand besetzt. Einige Scharmützel in der Nähe waren ohne Bedeutung, aber damit kamen die Operationen zum Stillstand. Es fehlte an Transportmitteln jeglicher Art. Man hatte sich in keiner Weise für den Marsch landeinwärts vorbereitet. Da saß nun die englische Armee in Rangun, die Kriegsschiffe ankerten auf der Rhede, aber an einen Vormarsch war nicht zu denken, da mittlerweile die Regenzeit eingesetzt hatte, welche die Landoperationen in dem sumpfigen Irrawaddidelta zur Unmöglichkeit machte. Vorräte irgend welcher Art waren in der vollständig entvölkerten Umgebung Ranguns nicht zu finden und die Verpflegung der Truppen mußte von Bengalen aus geschehen. Irgend welche nennenswerte Vorräte waren auf den Schiffen nicht mitgenommen worden, da man sich darauf verlassen hatte, die Truppen im Lande selbst verpflegen zu können. So bestand denn schließlich die Nahrung der Truppen nur aus Biskuit und Salzfleisch, das, wie ein zeitgenössischer Geschichtsschreiber sich ausdrückt, meist in stinkendem Zustande war. Dazu die Gluthitze der Regenzeit und es kann darum nicht Wunder nehmen, wenn eine Leidenszeit für die eingeschlossenen Truppen anbrach, die jeder Beschreibung spottet. Fieber, Disenterie, Skorbut und Lazarettbrand dezimierten die Truppen und während sie innerhalb mit tückischen Krankheiten zu kämpfen hatten, mußten sie sich nach Außen gegen den unaufhörlich anstürmenden Feind verteidigen. Die Birmaner, welche sich bald von ihrer anfänglichen Überraschung erholt hatten, bedrängten die Engländer von allen Seiten. Ein mehr energischer General hätte die Engländer, trotzdem das schwere Schiffsgeschütz ein ganz enormer Vorteil war, sicherlich aus Rangun verdrängt, aber als ein mehrfach wiederholter Sturm der Birmaner auf die englischen Befestigungen blutig abgewiesen worden war, trat die birmanische Armee den Rückzug auf ihre Basis Danubyu am Irrawaddi an. Während die englische Okkupationsarmee sich nur mit der größten Mühe in Rangun hielt, wurde eine Diversion durch eine zweite Armee von 11 000 Mann in der Richtung auf Arrakan unter-

nommen. Diese Expedition war aber ein gänzlicher Mißerfolg, klimatische und andere Schwierigkeiten bereiteten so unüberwindliche Hindernisse, daß sie schließlich aufgegeben und die Truppen nach Rangun geschifft wurden. Doch hatte sich die Kriegslage zu Anfang des Jahres 1825 insoferne günstig für die Engländer gestaltet, als sie die ganze Küste von Birma besetzt hielten und die Birmaner aus Assam, Kachar, Manipur und Arrakan, wo dieselben ohne jegliche Unterstützung geblieben waren, vertrieben hatten. Die Garnison in Rangun war mittlerweile durch Krankheiten auf 3800 Mann, worunter nur 1300 Europäer, zusammengeschmolzen und bevor mit dem Vormarsch begonnen werden konnte, mußten Verstärkungen abgewartet werden, welche endlich in der Zahl von etwa 8000 Mann eintrafen. Am 11. Februar 1825, also nachdem die Engländer beinahe ein Jahr in Rangun zugebracht hatten, ohne irgendwie nennenswerte Fortschritte gemacht zu haben, begann der Vormarsch ins Innere. Etwa 3000 Mann marschierten auf dem Landwege, während etwa 800 Mann auf Kähnen den Irrawaddi hinauffuhren. Am 2. April 1825 sollte die befestigte Stellung der Birmaner bei Danubyu am Irrawaddi gestürmt werden, allein der tapfere birmanische General Maha Bandula war tags zuvor durch eine Granate getötet worden und die birmanische Armee, durch den Tod des Führers demoralisiert, räumte die Stellung ohne Kampf. Die Stadt Prome, welche den oberen Endpunkt des Irrawaddideltas bezeichnet, wurde besetzt, und dann trat von neuem ein Stillstand der kriegerischen Operationen ein, da mittlerweile die Regenzeit eingesetzt hatte. Mit Eintritt der besseren Jahreszeit wurde der Vormarsch auf Ava wieder aufgenommen und ohne einer nennenswerten Opposition zu begegnen, erreichte die englische Armee den Irrawaddi aufwärts marschierend, gestützt auf eine Flotille von Booten, den kleinen Flecken Yandabu, etwa vier Tagemärsche von Ava. Der bestürzte König Hpagyidaw gab jeden Gedanken an ferneren Widerstand auf, und am 24. Februar wurde der Friede unterzeichnet.

Die Friedensbedingungen waren hart genug für die Birmaner; sie mußten Assam, Arrakan und Tenasserim mit einem Gesamtareal* von 278 239 Quadratkilometer (also etwa halb so groß wie

* Im einzelnen betrug das Areal von

Assam . . .	49 000	engl. Qdrtm.	126 917	Qdrt.-Kil.
Arrakan . . .	19 600	„ „	50 960	„
Jenasserim . .	38 600	„ „	100 360	„

Deutschland) an die Engländer abtreten, wobei sich die Birmaner verpflichten mußten, sich jeder Einmischung in Kachar und Manipur, die nunmehr unter englischen Schutz gestellt wurden, zu enthalten. Damit waren die Birmaner tatsächlich über die Arrakan Yoma zurückgedrängt, und das birmanische Reich auf das Tal des Irrawaddi beschränkt, was am besten durch das nachfolgende Kärtchen illustriert wird. (Fig. 3.) Von einem Areal, welches das Deutsche Reich um ein Viertel an Größe übertraf, war Birma auf ein Reich von immerhin noch ungefähr drei Viertel der Größe Deutschlands reduziert. Allerdings war dies gerade noch der fruchtbarste und wohlhabendste Teil des birmanischen Reiches, aber wie das nebenstehende Kärtchen zeigt, war die Seeküste nunmehr nur noch auf die Mündungen des Irrawaddi beschränkt, d. h. von einer Seeküste von etwa 2150 km Länge hatte Birma 1600 km verloren, so daß nur noch das allerdings reichgegliederte Irrawaddidelta in einer Breite von etwa 550 km dem Lande Zugang zur See gewährte. Die übrigen Friedensbedingungen waren, die Zahlung einer Kriegsentschädigung von 20 Mill. Mark,

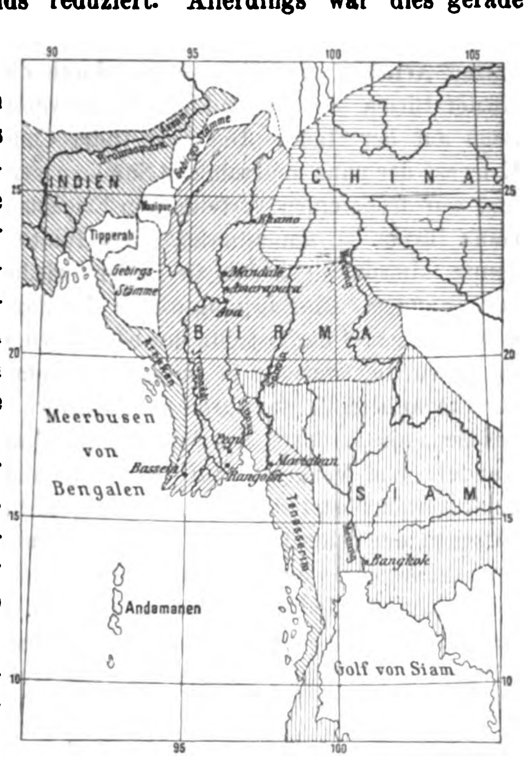


Fig. 3: Das birmanische Reich nach dem Frieden von Yandabu 1826.

die aber die Kriegskosten, die sich auf mindestens 120 Millionen Mark beliefen, nicht im entferntesten deckten, und der Abschluß

Die Einwohnerzahl läßt sich heute kaum noch angeben, dieselbe dürfte im Jahre 1826 schwerlich mehr als 3 Millionen Einwohner betragen haben. (Gegenwärtige Einwohnerzahl ca. 7 bis 8 Millionen.)

eines Handelsvertrages, sowie die Zulassung eines englischen Residenten am Hofe von Ava.

Es erscheint zunächst als ein Rätsel, warum sich die siegreiche East India Company mit so mäßigen Friedensbedingungen begnügte, denn weder Arrakan noch Tenasserim waren ohne das zugehörige Hinterland von besonderem Nutzen, umsoweniger, als sich an dieser Küste keine Häfen von irgend welcher Bedeutung fanden. Das niedergeworfene Birma war zu weiterem Widerstand unfähig und man hätte ebensogut das ganze Land annektieren können, wie nur Teile desselben, die nicht einmal die besten waren, zum mindesten war es doch geboten, die zwei getrennten Provinzen Arrakan und Tenasserim durch die Besitzergreifung von Nieder-Birma, des Irrawaddideltas, zu vereinigen. Die Erklärung liegt auf der Hand. Die East India Company war des langen Krieges, der ganz unglaubliche Summen verschlungen hatte, müde, und war froh, einen vorteilhaften Frieden abschließen zu können. Ganz Birma zu annektieren, dazu fühlte man sich nicht stark genug, umsoweniger, als in Indien wieder neue Verwicklungen bevorstanden. Man begnügte sich also damit, wiederum 1600 km Küstenlinie auf der Ostseite des bengalischen Meerbusens erworben zu haben und was die ja immerhin empfindliche Lücke in dieser Strecke anbetrifft, so wurde dies insofern nicht als Nachteil angesehen, als ja durch den Vertrag von Yandabu die Freiheit des Handels und Verkehrs auf dem Irrawaddi und seinem Hinterlande gewährleistet schien. Aus den ganzen späteren Beziehungen zwischen der indischen und birmanischen Regierung geht jedoch deutlich hervor, daß die Engländer schon damals Birma als eine Dependenz des indischen Reiches ansahen, eine Dependenz, in der man einen eingeborenen Fürsten sein Scheinkönigtum so lange fristen ließ, bis die günstige Zeit zur Annexion gekommen war.

4. Der zweite birmanische Krieg.

(April bis Dezember 1852.)

Das auf den ersten Krieg folgende Vierteljahrhundert verlief scheinbar friedlich, aber die Beschwerden der indischen Regierung, daß sich die Birmaner nicht an die Bestimmungen des Vertrags von Yandabu hielten, waren beinahe ständig. Namentlich war die Frage des am Hofe zu Mandalé bestallenden Residenten eine Quelle unaufhörlicher Zwistigkeiten. Man kann es der

birmanischen Regierung nicht verdenken, daß sie die Anwesenheit eines Residenten nicht mit freundlichen Augen betrachtete, denn der Resident war im Grunde genommen nichts anderes als ein von der indischen Regierung eingesetzter Aufpasser, der scheinbar parteilos, im Grunde aber der Hort aller mißvergnügten Parteien in Birma war. Wie viel fein eingefädelte Palastintriguen in letzter Linie in den Händen des Residenten zusammenliefen, würde nur dann ans Licht kommen, wenn wir die Memoiren der einzelnen Männer besäßen, welche jeweils diesen Posten ausfüllten. Nur ab und zu fällt einmal ein grelles Schlaglicht auf ihre Tätigkeit, welche, von unparteiischem Standpunkt aus betrachtet, die birmanische Regierung stets an ein gewisses Abhängigkeitsverhältnis erinnern musste. Man kann es den Birmanern darum nicht verargen, wenn sie sich, wo immer sie nur konnten, des unbequemen Vormundes zu entledigen trachteten.

König Hpagyidaw Paya war inzwischen geisteskrank geworden und wurde im Jahre 1838 von seinem Bruder abgesetzt, aber auffallenderweise nicht ermordet, sondern in strenger Haft gehalten bis er im Jahre 1845 starb. Sein Bruder, Shwebo Min, übernahm unter dem Namen Tharrawaddi Paya die Regierung, allein auch er verfiel der unheimlichen Geisteskrankheit zum Opfer, so daß er schließlich abgesetzt und in Gefangenschaft gehalten wurde, wo er im Jahre 1846 starb, wahrscheinlich heimlicherweise ermordet.

Sein Sohn Pagan Min ergriff die Zügel der Regierung und es war unter diesem unglücklichen König, der von Anfang an geistesgestört war, daß der zweite birmanische Krieg ausbrach. Ein Anlaß zur Kriegserklärung war leicht gefunden, die indische Regierung hatte eine große Reihe von Klagen wegen Nichterfüllung des Vertrages von Yandabu. Daß schließlich in letzter Linie die Beschlagnahme englischer Schiffe im Hafen zu Rangun als casus belli betrachtet wurde, lag nur daran, daß die indische Regierung nach der glücklichen Beendigung des Sikh-Krieges, dessen Preis die Unterwerfung des Pandschab war, sich stark genug fühlte, wiederum einen Waffengang mit Birma zu unternehmen. Die dem Kriege vorhergehenden Unterhandlungen wurden nur scheinbar geführt, denn die indische Regierung war zum Kriege fes-entschlossen. Am 12. April 1852 landeten 8100 Mann englischer Truppen in Rangun, das dieses Mal nur nach heftigem Kampfe, der in der Erstürmung der tapfer verteidigten Schuë-Dagont

Pagode gipfelte, genommen wurde. Die birmanische Armee zog sich nach Norden zurück und während der nun eintretenden Regenzeit, welche die englische Armee wieder zur Untätigkeit verurteilte, wurde die Annexion von Nieder-Birma durch die indische Regierung angeordnet. Als Grenze gegen Ober-Birma wurde der $19^1/_2$ Grad nördlicher Breite* festgesetzt und König **Payan** Min im Dezember des Jahres 1852 brieflich davon benachrichtigt, daß alles Land südlich der obigen Linie, bis zum Salwin im Osten, nunmehr britischer Besitz sei, sollte er aber auf Fortsetzung des Krieges bestehen, so müßte man sich genötigt sehen, ihn abzusetzen und sein ganzes Königreich zu annektieren. Der zweite birmanische Krieg kann kaum anders denn als die brutale Vergewaltigung eines schwachen Gegners bezeichnet werden. Es war ein Eroberungskrieg ad hoc, geführt, nicht um agressive Einfälle der Birmanen abzuwehren, was für den ersten birmanischen Krieg immerhin als triftiger Grund angeführt werden kann, sondern zum Zwecke der Annexion des fruchtbaren und strategisch wichtigen Irrawaddideltas.

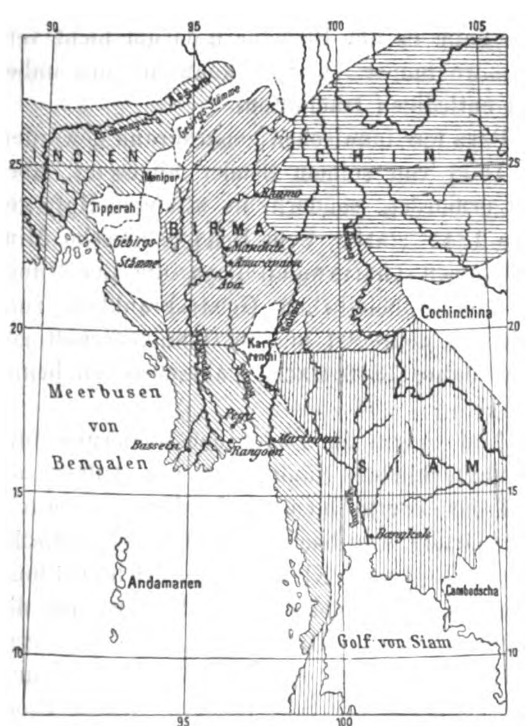


Fig. 4: Das birmanische Reich nach dem zweiten birmanischen Kriege 1853.

Der Verlust des Königreiches Birma im zweiten Kriege ist auf dem nebenKärtchen dargestellt.

Das Irrawaddidelta oder Nieder-Birma, wie dieser Landstrich gewöhnlich genannt wurde, besitzt eine Größe von 71 500 qkm

* Genauer 19°29′3″.

mit etwa 3 Million Einwohner.* Es war unzweifelhaft der fruchtbarste und wertvollste Teil des Königreichs Birma, der durch seine ausgedehnte Reisproduktion** gewissermaßen als die Kornkammer des Landes anzusehen war. Mit der Annexion von Nieder-Birma war die Lücke zwischen den englischen Besitzungen auf der Ostküste des Meerbusens von Bengalen ausgefüllt und, die englische Flagge wehte nun über einer ununterbrochenen Strecke von nahezu 13 Breitegraden, d. h. von den Mündungen des Brahmaputra bis hinab zum 10. Breitegrade (also so ziemlich die Breite der Nordspitze von Ceylon) auf der Ostküste des Meerbusens von Bengalen, der damit seiner ganzen Küstenausdehnung nach, ein englisches Meer geworden war. Nirgends mehr bespülten seine blauen Wellen fremdes, nicht unter der Herrschaft des Union Jack (Bezeichnung für die englische Flagge) stehendes Land. Die erste Etappe auf dem Wege der Eroberung des indischen Ozeans war erreicht.

Das Königreich Birma war nunmehr auf das mittlere und obere Irrawaddital reduziert und das einst so gewaltige Reich zu einem Staat von der Größe Preußens herabgesunken. Ohne Zugang zur See, mit seinem Handel gänzlich von der Gnade des Gegners abhängig, der die Mündungen der großen Lebensader Birmas, des Irrawaddi, besetzt hielt, war es eben nur noch eine Frage der Zeit, wann der letzte unabhängige Rest von Birma im indischen Kolonialreiche aufgehen würde. Daß trotzdem noch weitere 34 Jahre vergingen, bevor dieses Endziel erreicht wurde, lag weniger an dem Willen der indischen Regierung, als an den äußeren Umständen, welche sie zwangen, den Blick von Birma ab, und wieder auf die Verhältnisse in Indien zu richten. Kurz nach der Annexion von Nieder-Birma brach in Indien der Sepoyaufstand aus, der bekanntlich die englische Herrschaft bis in die Fundamente erschütterte und nur mit Anspannung aller Kräfte niedergeworfen werden konnte. Die sechziger Jahre waren der Pazifizierung und Neuordnung der Verhältnisse in Indien gewidmet und man kann sich vorstellen, daß die indische Regierung damit vollauf beschäftigt war. Gegen das Ende der siebenziger Jahre waren die Kräfte der indischen

* Also etwa die Größe von Alt-Bayern.

** Die Gesamtausfuhr an Reis während der zehn Jahre 1883 bis 1894 bewertete sich auf 620 Mill. Rupien (828 Mill. Mark) also auf etwa 82 Mill. Mark pro Jahr.

Regierung durch den Krieg mit Afghanistan in Anspruch genommen, und zwar umsomehr als dieser Krieg in seinem Gefolge die Gefahr einer Kollision mit Rußland brachte. Erst um die Mitte der achtziger Jahre, nachdem durch die Abgrenzung der beiderseitigen Interessensphären in Afghanistan die allernächste Gefahr eines Zusammenstoßes mit Rußland abgewendet war, hatte die indische Regierung wieder Zeit, sich mit Birma zu beschäftigen. Allerdings wurde sie mehr durch die Ereignisse selbst, als aus eigenem freien Willen zu energischem Handeln gezwungen, wie wir später sehen werden.

5. Die Zeit nach Beendigung des zweiten birmanischen Krieges und die Ereignisse, welche zum Untergang der Unabhängigkeit Birmas führten.

Noch bevor die demütigenden Resultate des zweiten birmanischen Krieges in Amarapura bekannt geworden, war dort eine Palastrevolution ausgebrochen. Zwei Halbbrüder des Königs, die Prinzen Mindon und Mindat, welche für ihr Leben fürchteten waren nach Moksobo (Shwebo) geflohen, hatten dort ihre Anhänger um sich geschart und König Pagan Min wurde, ohne Widerstand zu leisten, des Thrones entsetzt, der von seinem Halbbruder unter dem Namen Mindon Min bestiegen wurde (1853). Die Regierungszeit dieses Königs kann als eine Periode relativ guter Beziehungen zu den englischen Behörden in Nieder-Birma bezeichnet werden. Unverständlich bleibt es nur, warum dieser König, der ebensowenig wie sein Vorgänger Pagan Min, die Annexion Nieder-Birmas formell anerkannte, sich während des Sepoyaufstandes ruhig verhielt. Ein Krieg nach zwei Fronten wäre für die East India Company unmöglich gewesen, und da in Indien jedenfalls höhere Interessen auf dem Spiele standen als in Birma, so hatte ein Krieg der Birmaner gegen England im Jahre 1857 alle Aussichten des Erfolges für sich. Ja, man kann diesen Gedanken noch weiter ausspinnen, und betonen, daß zur Niederwerfung des Aufstandes nicht sowohl die Loyalität der Sikhs und Nepalesen beitrug, als ebenso die Indolenz des Königs von Birma. Dies ist ein Moment, das meiner Ansicht nach bei Beurteilung des Sepoyaufstandes durchaus noch nicht gewürdigt wurde. Warum Mindon Min Frieden hielt, wird, wenn überhaupt, sich jedenfalls sehr schwer feststellen lassen. Möglich, daß der König, der selbst auf

dem Wege der Revolution auf den Thron gelangt war, und gerade vier Jahre regierte, als der Sepoyaufstand in Indien ausbrach, sich nicht sicher genug fühlte, um einen Krieg zu beginnen. Es ist auch möglich, ja sogar wahrscheinlich, daß die birmanische Armee sich in einem Zustande völliger Desorganisation befand, und daß die Schatzkammer leer war. Es ist auch ferner möglich, daß Mindon Min, der von allen Beurteilern als ein friedliebender, tief religiös veranlagter Charakter geschildert wird, einem Krieg abgeneigt war.* Es ist ferner auch möglich, daß der alte Haß der Süd-Birmaner, der Mon, oder wie der birmanische Name lautet, Talaing, dabei eine Rolle spielte, denn es ist nicht zu vergessen, daß Mon-Könige vor Gründung der Shwebo-Dynastie durch Alaung Paya ganz Birma beherrschten, und daß gerade dieses Königreich durch Alaung Paya zertrümmert und die Mon von den Nord-Birmanern unterjocht wurden. Tatsache ist, daß sich die Talaing schon beim ersten birmanischen Kriege auf Seite der Engländer stellten, und beim zweiten birmanischen Kriege der englischen Armee ganz wesentliche Hilfe leisteten, ja sogar bei der Belagerung der Stadt Pegu durch die Birmaner auf Seiten der Engländer fochten. Es ist auch nicht ganz unmöglich, daß englisches Geld bei den feilen birmanischen Ministern seine Schuldigkeit getan hat. Es mögen auch alle diese Umstände zusammengewirkt haben, kurzum, Birma verhielt sich ruhig und statt sich der patriotischen Aufgabe der Befreiung seines Reiches von der Fremdherrschaft zu widmen, baute Mindon Min mitten in einem Sumpfe am Fuße eines isolierten Hügels die neue Hauptstadt Mandale.* Im Laufe seiner Regierung wurden wiederholt,

* Es ist eine historische Tatsache, daß die Erbauung einer neuen Hauptstadt auf einen Traum zurückzuführen ist, den Mindon Min als Prinz hatte. Der eigentliche Name der Stadt ist Schuëmyodaw = Goldene Königsstadt oder auch Yadanabon = Edelsteinhaufen. „Mandalay“ ist der von den Engländern der Stadt beigelegte Name. Es ist ferner eine Tatsache, daß bei Gründung des Palastes eine schwangere Frau lebendig in den Fundamenten begraben wurde, damit einem alten Aberglauben zufolge, ihr Geist der Schutzgeist des Palastes werde. In ähnlicher Weise wurden an allen Toren der Umwallung und an deren Ecken menschliche Opfer lebendig begraben, deren Geister über der Stadt wachen sollten.

* Es wird vielfach behauptet, daß König Mindon Min den Untergang seines Reiches und seines Hauses vorausgesagt habe. Ob dies richtig oder, was wahrscheinlicher, nur eine Legende ist, mag dahingestellt bleiben. Jedenfalls gewinnt man aus den Quellen, die sich mit der Persönlichkeit von Mindon Min beschäftigen — ich nenne hier in erster Linie Yule Mission

1862 und 1867, neue Handelsverträge zwischen Birma und de indischen Regierung abgeschlossen, die sich aber nur als ein Quelle frischer Zwistigkeiten erwiesen. Nach englischer Behaup tung hat sich Mindon Min in schlauer Weise den Bestimmunge dieser Verträge zu entziehen gewußt. Man geht aber nicht feh wenn man annimmt, daß Mindon Min den Fremdlingen, die sic mehr und mehr als die Herren in seinem eigenen Hause au spielten, in impotentem Grimme durch kleinliche Scherereien be lästigte. Dazwischen führen Etiquettefragen, wie z. B. ob de englische Resident bei Audienzen die Schuhe ausziehen müsse zu erbitterten Zänkereien. Dann wurden „britische" Untertanen d. h. Eingeborene aus Indien, gegen welche der Birmaner ein tiefe und nicht unberechtigte Abneigung hat, von birmanische Beamten angeblich malträtiert. Die Durchsuchung eines Dampfers welcher die englische Flagge führte und die Königliche Post trug trotzdem dieselbe auf birmanischem Gebiete erfolgte, wurde al ein schwerer, der englischen Flagge angetaner Schimpf betrachtet Dann kamen allerlei Grenzstreitigkeiten, kurzum, es lag auf de Hand, daß man von englischer Seite bemüht war, einen Zwischen fall zu schaffen, der Anlaß zu einer Intervention und der längs gewünschten Annexion Ober-Birmas geben könnte.

König Mindon Min starb im Jahre 1878, nicht ohne durc die Ordnung der Thronfolge wenige Tage vor seinem Tode, de Keim zu neuen Palastintriguen hinterlassen zu haben. Ich habe oben das Gesetz erwähnt, welches die birmanische Thronfolge regelt, aber König Mindon Min zögerte bis zuletzt, den Thron-folger zu ernennen, wohl aus Furcht um sein eigenes Leben, da ein beabsichtigtes Attentat, das nahezu gelungen wäre, ihn ge-warnt hatte. Sein Bruder, den er bald nach seiner Thronbesteigung zum Thronfolger ernannt hatte, wurde während einer Palast-revolution, die von zwei Söhnen des Königs angezettelt worden war mit der Absicht, ihren Vater und Onkel zu beseitigen, er-mordet (1866). Unter seinen Söhnen, die Zahl derselben wird auf dreißig angegeben, hatte Prinz Nyaungyan die meiste Aus-

tothe Court of Ava, London 1857 — den Eindruck, als ob Mindon Min sich völlig über die Absichten der englischen Politik in Birma im Klaren war, dieselben aber mit der stoischen Ruhe des Orientalen, als etwas unvermeid-liches, gegen das kein Remonstrieren hilft, hingenommen habe. Vielleicht von diesem Gesichtspunkte aus wird die passive Haltung Mindon Mins in dieser kritischen Zeit verständlich.

sicht, zum Thronfolger ernannt zu werden, jedenfalls steht fest, daß während der König sterbenskrank war, nach diesem Prinzen geschickt wurde, angeblich um ihn formell zum Thronfolger zu ernennen. Nun scheint es aber, daß der Prinz diese Botschaft — wie spätere Ereignisse beweisen, wohl mit Recht — als eine ihm gelegte Falle auffaßte und sich nicht in den Palast begab. Mittlerweile war dort das Ränkespiel mächtig im Gange, und zwar ist dies im wesentlichen auf die Intriguen der Hauptkönigin — Sinpyumashin — zurückzuführen. Diese Königin hatte drei Töchter Supayagyi, Supayalat und Supayagale, und da einer der Söhne des Königs, der junge Prinz Hsipaw, von heftiger Liebe zu Supayalat entbrannt war, so faßte die intriguante Königin den Plan, ihn mit dieser zu vermählen, und dann Hsipaw zum König proklamieren zu lassen. Prinz Hsipaw (Thibaw) war bisher wenig hervorgetreten und hatte sich meist mit religiösen Übungen beschäftigt; auch wurde, von geschäftigen Zungen eifrig weiter getragen, Zweifel an seiner Legitimität gehegt. Vermittels eines gefälschten Befehls wurden die königlichen Prinzen und Prinzessinnen in den Palast entboten, bei Ankunft aber sofort verhaftet. Nur zwei derselben, die dem Befehl nicht trauten, die Prinzen Nyaungyan und Nyaungok, entkamen und suchten in der britischen Residenz Schutz, der ihnen auch gewährt wurde. Nachdem diese „Hindernisse" aus dem Wege geräumt, wurde Hsipaw als König eingesetzt, und dem Brauche seiner Väter folgend, machte er Supayagyi zur Hauptkönigin. Diese aber, von der die Legende geht, daß sie in heftiger Liebe zu dem entflohenen Prinzen Nyaungyan entbrannt war, weigerte sich, anders als dem Namen nach Hsipaws Weib zu werden.* Supayalat wurde somit die Haupt- und ihre Schwester Supayagale die Nebenkönigin. Abbildung Figur 6 giebt König Hsipaw sowie die Königin Supayalat wieder.

König Mindon Min war inzwischen gestorben (1878) und Hsipaw hatte den Thron bestiegen. Er verlangte die Auslieferung der beiden Prinzen und als dies verweigert wurde, ersuchte er um deren Verweisung nach Indien, da ihre Anwesenheit in Birma nur zu Unruhen führen würde. Man kann das Verlangen des neuen Königs, der für seine Sicherheit besorgt war, von seinem

---

* Supayagyi versuchte späterhin ihren Gatten und ihre Schwester zu vergiften; das Attentat mißlang und sie mußte den Versuch mit ihrem Leben bezahlen.

Standpunkte aus verstehen. Über die Haltung des englische Ministerresidenten kann man jedoch zweierlei Ansicht sein. Vo rein menschlichen Standpunkt aus betrachtet, war es eine ed Handlung den zwei Verfolgten, deren Leben in äußerster Gefal war, Schutz und Aufnahme zu gewähren, vom politischen Stan punkte war es jedoch ein ganz unverzeihlicher Fehler, der m im Bewußtsein auf die eigene Stärke und die Ohnmacht der bi manischen Regierung begangen werden konnte. Die Aufnahn der beiden Prinzen bedeutete eine Einmischung in die inne Politik Birmas, zu welcher der englische Resident nicht befu war. Man braucht sich nur einen analogen Fall, auf unsere Ve hältnisse übersetzt, auszudenken, um sich über die politisch nic zu rechtfertigende Handlungsweise des englischen Residenten kl zu werden. Ja noch mehr, es stand dem Residenten keinerl Recht zu, die beiden Prinzen nach Indien zu senden, wo sie a Pensionäre der indischen Regierung lebten, wenn man nicht a nehmen will, daß es der indischen Regierung sehr gelegen ka Prätendenten auf die Krone Birmas, deren Legitimität überdi zweifelsohne war, in der Hand zu haben um sie im gegeben Momente gegen den derzeitigen Herrscher ausspielen zu können Auf der andern Seite ist die Empörung des Königs Hsipaw üb diese Einmischung in die inneren Angelegenheiten seines Land erklärlich, und es ist ebenso verständlich, daß er die indisc Regierung und ihren Vertreter nicht mit besonderem Wohlwoll ansah. Im Palaste fand inzwischen der durch die Zeit geheilig Verwandtenmord statt. Eine Entschuldigung für diese barba schen Vorgänge gibt es nicht, man kann sie aber vom birman schen Standpunkte aus, erklärlich und verständlich finden. Ke birmanischer König fühlte sich auf seinem Throne sicher, so lan er noch Rivalen in seinen Verwandten hatte, die glaubten, e ebenso großes, ja vielleicht noch größeres Anrecht auf die Thro folge zu haben. Bei dem leicht erregbaren Charakter der Bi maner fand ein Prätendent immer genug Anhänger, die bere waren für ihn zu kämpfen, um im günstigen Falle ihre Belohnu

---

* Die von englischen Schriftstellern verbreitete Version, daß die indisc Regierung durch Verweisung der beiden Prinzen nach Indien gerade zur B festigung der Herrschaft des neuen Königs in erster Linie beigetragen ha ist angesichts der obigen Tatsachen so grotesk lächerlich, daß man sie n mit dem Versuch, die englische Regierung habe die Annexion von Ober-Birn gar nicht gewollt, auf die gleiche Stufe stellen kann.



in Gestalt fetter Ämter zu ernten. Es war also das reine Gebot der Selbsterhaltung, das den König zwang, sich seiner Verwandten zu entledigen, und die Geschichte der Dynastie hat gezeigt, daß kein Thronwechsel vorüberging, ohne von einem summarischen Verfahren der Entledigung der königlichen Verwandten begleitet zu sein. Wenn je einmal ein human gesinnter König dies unterließ, dann konnte er darauf rechnen, daß die Anschläge auf sein Leben und die Palastrevolutionen kein Ende nahmen.* Menschlich zu billigen sind diese Mordtaten gewiß nicht und man muß sich mit Schauder davon abwenden, politisch zu rechtfertigen sind sie — vom Standpunkt der Birmaner aus — jedenfalls, und wie Humanität und Politik stets miteinander in Konflikt geraten, so auch hier. Die Entrüstung englischer Schriftsteller über die Untaten des Königs Hsipaw, entspringt also entweder einer vollständigen Unkenntnis der Verhältnisse, und diese ist kaum vorauszusetzen, oder sie ist eine gemachte und politische, die mit dem rein menschlichen Empfinden nichts zu tun hat. Politisch deswegen, weil man damit eine gute Handhabe fand, um dieses Scheusal auf dem Throne, wie König Hsipaw bezeichnet wurde, im Namen der Humanität entfernen zu können, ohne in den Verdacht zu geraten, daß man für den eigenen Vorteil gearbeitet habe. Der damalige Chief-Commissioner von Britisch Birma drängte zu einem Kriege, allein, da um diese Zeit, es war anfangs 1879, die indische Regierung ihre Hände durch den afghanischen Krieg gebunden sah, so wurde in diplomatisch weiser Art entschieden, daß die Beschwerden, welche die indische Regierung gegen den verstorbenen König Mindon Min gehabt hätte, unter dem neuen König bis jetzt keine Verschlimmerung erfahren hätten und daß es jetzt, während der junge König noch von schlechten

* Wie besorgt z. B. Mindon Min, der Erbauer des Palastes von Mandalé, um sein Leben war, davon gibt folgendes die beste Illustration. Ich habe im Jahre 1891 und 1892 in dem Schlafzimmer des Königs im Palaste zu Mandalé gewohnt. Es war ein öder hoher, halbdunkler Raum, da keine Fenster vorhanden waren, und Licht nur oben, unterhalb des Daches, hereinfiel. Das Schlafzimmer besaß zwölf Türen, welche nur von innen durch schwere Holzriegel verschlossen werden konnten. Jede dieser Türen führte in ein anderes Gemach, so daß im Falle der Not der Insasse des Zimmers durch irgend eine dieser Türen entweichen und im Gewirr der Gänge und halbdunkeln Räumlichkeiten seinen Verfolgern entwischen konnte. Wahrscheinlich hat Mindon Min im Jahre 1866 und später im Jahre 1870 sein Leben nur diesen Sicherheitsmaßregeln zu danken gehabt.

Ratgebern umgeben sei, nicht an der Zeit wäre, bei ihm v
stellig zu werden oder gegen ihn einzuschreiten. Wahrlich,
Muster diplomatischer Schlauheit, um sich einer völlig unm
lichen Situation zu entziehen ohne dabei seine Rechte für
Zukunft aufzugeben! Allein die Verhältnisse drängten ei
Krisis zu; im Oktober 1879 verließen sämtliche englischen Unt
tanen Mandale sowie die weiter aufwärts liegende Stadt Bhar
und der Krieg wäre im Jahre 1880 unvermeidlich gewesen, we
nicht damals das konservative Ministerium in England gestü
und eine liberale Regierung unter Mr. Gladstone ans Ruder
kommen wäre. Die indische Regierung wollte den Krieg r
Birma, allein das englische Kabinet blieb fest, und man m
Mr. Gladstone wenigstens das zum Lobe nachsagen, daß er si
nicht von der indischen Regierung ins Schlepptau nehmen li
sondern der agressiven Politik energischen Widerstand leiste
obschon es billig bezweifelt werden darf, ob Gladstone den La
der Ereignisse hätte definitiv aufhalten können. Jedenfalls
der Versuch englischer Schriftsteller, die Abweisung Gladston
einen Eroberungskrieg gegen das armselige Birma zu führen, z
Weißwaschung der Politik der indischen Regierung zu verwerte
durchaus als mißglückt anzusehen.

Ein Versuch der birmanischen Regierung im Jahre 18
durch die Absendung einer Gesandtschaft an den Vizekönig v
Indien bessere Beziehungen herzustellen, scheiterte an den une
füllbaren Forderungen der indischen Beamten. Die ganz unve
hüllte Feindschaft der indischen Regierung veranlaßte den Kön
von Birma im Jahre 1883 eine Gesandtschaft nach Europa
senden, mit dem geheimen Auftrage, durch Abschluß geeignet
Verträge mit europäischen Mächten dem Reiche Birma in Zeit
der Not einen Schutz gegen die agressive englische Politik
sichern. Diese Gesandtschaft besuchte die wichtigsten Länd
Europas und schloß unter anderm Verträge mit Frankreic
Italien und auch Deutschland.*

Gerade bei der überschwenglichen Freude, mit welcher heu
zutage das englisch-französische Abkommen, namentlich in En
land, begrüßt wurde, ist es am Platze, im Buche der Geschich
zu blättern und wieder einmal an die Stellung Englands vor 2
Jahren mit bezug auf diese Gesandtschaft zu erinnern. W

* Der Vertrag mit Deutschland war allerdings nichts mehr als e
reiner Handelsvertrag auf Grund der Meistbegünstigungsklausel.

müssen hierbei noch zehn Jahre später, bis zum Jahre 1873 zurückgreifen. Anfangs 1873 wurde in Paris ein Handelsvertrag zwischen Birma und der französischen Republik abgeschlossen, allein die Ratifikation wurde damals nicht ausgeführt und ein französischer Gesandter, Monsieur de Rochechouart, reiste nach Mandale um den Vertrag mit dem Könige von Birma neu zu regeln. Was damals in Mandale verhandelt wurde, steht noch nicht genau fest, man ist einstweilen nur auf englische Quellen angewiesen. Allein es scheint, daß der neue Vertrag auf eine Art Schutz und Trutzbündnis hinauslief, und namentlich Birma große Erleichterungen in bezug auf Waffeneinfuhr über Tonking gewährte. Das englische Ministerium erhielt natürlich Kunde von diesem Vertrag und legte sofort Protest in Paris ein, worauf das französische Ministerium das Versprechen abgab, den Vertrag nicht zu ratifizieren.* Es ist also bereits im Jahre 1873 von England das Verlangen der Nicht-Intervention einer andern Macht in Birma gestellt worden. Daraus geht klar und deutlich hervor, daß England 22 Jahre vor der Annexion das damals noch unabhängige Königreich Birma als eine Art Vasallenstaat ansah, dessen auswärtige Beziehungen zu regeln und zu überwachen ihm allein das Recht zustand. Worauf England diesen Anspruch begründete, bleibt unerfindlich, ein formales Recht, sich in die Angelegenheiten des unabhängigen Königreichs Birma zu mischen, stand England nicht zu.

Der Vertrag wurde also nicht ratifiziert, aber er geriet nicht in Vergessenheit, dafür sorgte die tätige französische Kolonie, die sich nach und nach in Mandale angesiedelt hatte. Wie weit ein Teil derselben in Beziehungen zur französischen Regierung stand, ist schwer zu sagen. Eines ist sicher: die Absendung einer Gesandtschaft nach Europa ist auf französischen Einfluß zurückzuführen. Welche Wichtigkeit man von birmanischer Seite dieser Gesandtschaft beimaß, geht daraus hervor, daß der Gesandte, ein Atwinwun oder Minister des geheimen Departements des birmanischen Hofes war, der, da er natürlich nur birmanisch sprach,

* Die schwächliche Haltung Frankreichs in dieser Angelegenheit wird nur dann verständlich, wenn man bedenkt, daß um 1874 und 1875 die Spannung zwischen Deutschland und Frankreich bis beinahe zum Ausbruch des Krieges gewachsen war und Frankreich es natürlich vermied, in Differenzen auch mit England zu geraten. Man könnte beinahe behaupten, so paradox es klingt, Deutschland hat Ober-Birma für England erobert.

von zwei höheren Beamten, die in Europa erzogen, die englische und französische Sprache vollkommen beherrschten, begleitet war; ein weiteres Mitglied war ein in Mandale residierender Franzose, Monsieur de Trevelec. Die birmanische Gesandtschaft verweilte längere Zeit in Paris und der englische Gesandte Lord Lyons beeilte sich, den Instruktionen seiner Regierung gemäß, das französische Ministerium* nachdrücklichst darauf aufmerksam zu machen, daß die englische Regierung keinerlei Vertrag zwischen Birma und einer andern Macht dulden könne, der andere als rein kommerzielle Bestimmungen enthielt. Es wurde ausdrücklich betont, daß in Folge seiner Lage und seiner Beziehungen zu Indien die englische Regierung ein ganz spezielles Interesse an Birma nehmen müsse. Für Frankreich könne Birma nicht von derselben Bedeutung sein, während es für das englische Kolonialreich geradezu eine Lebensfrage sei, wessen Einfluß in Birma überwiege.** Das französische Ministerium vermied eine direkte Antwort, und Lord Lyons sah sich gegen Ende 1883 wiederum genötigt, um eine definitive Antwort zu bitten. Die Antwort fiel ausweichend aus und erst im April 1884 antwortete Ferry, daß der Vertrag rein kommerzieller Art sei und keinerlei Bestimmungen über Waffeneinfuhr enthalte. Die diplomatischen Verhandlungen zogen sich bis zum Juli 1884 hin, um welche Zeit Lord Lyons der französischen Regierung ein pro memoria überreichte, das die Stellung des englischen Kabinets zu dem abzuschließenden Vertrage genau präzisierte. Das französische Ministerium antwortete, daß es schwierig sei, politische und kommerzielle Fragen zu trennen, und erkundigte sich, ob denn irgend welche Verträge zwischen Birma und England beständen, welche ersteres verhinderten mit andern Mächten Verträge einzugehen. Die Antwort war die übliche: „Englische Interessen seien in Ober-Birma so überwiegend, daß das englische Kabinet sich darauf verlasse, daß alle befreundeten Mächte davon absehen würden in politische Verbindung mit diesem Lande zu treten.“*** Lord Lyons verlangte von der französischen Regierung

---

* Jules Ferry, „Le Tonkinese“, war damals Premierminister, wenn ich nicht irre.

** Die Doktrin der „Paramount power“ wurde also schon im Jahre 1883 allerdings dieses Mal für Hinterindien aufgestellt.

*** Genau nach dem gleichen Muster ist 16 Jahre später das englische Kabinet in Süd-Afrika verfahren. Mr. Chamberlain hat also mutato mutandis nur nach der alten Schablone gearbeitet.

Garantien in diesem Sinne. Im Januar 1885 richtete der englische Gesandte eine neue Note an die französische Regierung, erhielt aber wiederum eine ausweichende Antwort und als er nunmehr auf eine definitive Erledigung drängte, wurde ihm erwiedert, daß Frankreich seit Kurzem der Nachbar Birmas geworden sei. Der Abschluß eines Vertrages zwischen Birma und Frankreich behufs Grenzregulierung sei also dringend erforderlich, da Frankreich mit seinem direkten Nachbar Birma in guten Beziehungen zu bleiben wünsche. England antwortete mit der Drohung, daß ihm Mittel und Wege zu Gebote ständen, die birmanische Regierung zu Sinnen zu bringen, daß es aber bedauern müßte, wenn die Ursache der Abschluß eines Vertrags zwischen Birma und Frankreich wäre. Kurz darauf antwortete Ferry, daß der Vertrag zwischen Birma und Frankreich am 15. Januar 1885 unterzeichnet worden sei, daß derselbe jedoch keinerlei militärische oder politische Bestimmungen enthalte, sondern rein kommerzieller Art sei.* Kurz darauf erhielten die Engländer Kenntnis von einem Schreiben des französischen Premiers an den birmanischen Minister des Äußern, welches die Einfuhr von Waffen und Munition über Tonking genau regelte.** In England war man über diese Duplizität Frankreichs tief entrüstet, und wohl mit Recht. Der Sturz des Kabinets Ferry im April 1885, der Abschluß des Vertrages mit Rußland bezüglich der afghanischen Grenze, gab England jedoch freie Hand nun mit Birma fertig zu werden, um so mehr, als inzwischen das liberale Kabinet Gladstone durch das konservative Kabinet Salisbury ersetzt worden war.

In Birma hatte inzwischen angeblich die Mißwirtschaft ihren Höhepunkt erreicht. Revolten waren an allen Orten ausgebrochen; ein Prätendent war in dem Prinz Mingyun entstanden, der nach dem Morde seines Onkels (siehe oben) entflohen und sich seither

* Eine Ironie des Geschickes wollte es, daß dieser Vertrag am selben Tage (26. Nov. 1885) im Journal Officiel publiziert wurde, an welchem der birmanische Premierminister bei General Prendergast um Abschluß eines Waffenstillstandes nachsuchte.

** Wie die englische Regierung zur Kenntnis von diesem Schreiben gelangte, ist nicht gesagt. Zwei Möglichkeiten sind denkbar, entweder wurde eine Abschrift des Briefes durch einen der feilen birmanischen Beamten dem Chief-Commissioner von Britisch Birma übersandt, oder der Brief wurde auf seinem Wege nach Mandale geöffnet, denn es darf nicht außer acht gelassen werden, daß derselbe eine große Strecke durch britisches Territorium passierte. Die Wahrscheinlichkeit spricht für erstere Version.

unter französischem Schutze aufgehalten hatte. Die Folge waren Massenhinrichtungen politischer Verbrecher. In Rangun wurden Entrüstungsversammlungen abgehalten und die indische Regierung aufgefordert, zu intervenieren (Oktober 1884). Aber andere, mehr materielle Gründe, als die Hinrichtung einiger Übeltäter in Mandale fielen schwerer ins Gewicht. Der energische französische Konsul in Mandale, Monsieur Haas, erlangte für seine Landsleute allerlei Konzessionen, namentlich zum Bau einer Eisenbahn von Mandale bis Taungu an der britischen Grenze, ferner für die Gründung einer birmanisch-französischen Bank mit einem Kapital von 50 Mill. Frank, welcher die Verwaltung der verschiedensten Revenuen, namentlich der Zölle, übertragen werden sollte. Als nun gar verlautete, er habe die Konzession zur Ausbeutung der Rubingruben gegen eine jährliche Abgabe von 20000 Pfd. Sterl. für die Zeit von 15 Jahren erlangt, war die Entrüstung aller jener, welche ein besseres Anrecht auf jene Bergwerke zu haben glaubten, groß und ehrlich. Alle diese Konzessionen hatten nach Ansicht der Engländer den Franzosen praktisch die Kontrolle über die Haupteinnahmequellen des Reiches Birma, namentlich aber über die einzige Route, auf welche englische Waren nach West-China (Yünan) eingeführt werden konnten, gegeben. Die Folgen würden, immer nach Ansicht der Engländer, einfach vernichtend für den britischen Handel und seine Interessen in Britisch Birma gewesen sein. Allein Monsieur Haas war auch in anderer Hinsicht tätig; er riet der birmanischen Regierung, sich mit der indischen Regierung auf möglichst freundschaftlichen Fuß zu stellen und unter anderm selbst um die Einsetzung eines britischen Residenten nachzukommen, sowie jede Kollision zu vermeiden, inzwischen aber ihre Stellung durch Abschluß von Allianzen mit andern europäischen Mächten zu stärken, oder wenigstens die drei Mächte Frankreich, Italien und Deutschland dahin zu bringen, daß diese die Neutralität Birmas garantierten. Leider verhielt sich der König diesen weisen Ratschlägen gegenüber ablehnend, wahrscheinlich weil er genau über die Spannung zwischen England und Rußland unterrichtet war und auf den Ausbruch eines Krieges zwischen beiden Mächten hoffte.

Trotz alledem weigerte sich das englische Kabinet zu intervenieren. Die Gründe dafür sind oben auseinandergesetzt. Erst die Kenntnis von Ferrys Brief an den birmanischen Minister scheint eine Änderung der englischen Politik gegen Birma hervor-

gerufen zu haben. Doch mag billig bezweifelt werden, ob diese erfolgt wäre, wenn Gladstones Regierung nicht gestürzt worden wäre, denn das liberale Kabinet war jeder auf Eroberung gerichteten Politik abhold. Die Daten sprechen sehr für diese Ansicht. Gladstone wurde im April des Jahres 1885 durch Salisbury ersetzt; das englische Kabinet konnte frühestens anfangs August 1885 Kenntnis von dem Briefe Ferrys erlangt haben, da derselbe erst zu Ende Juli in die Hände des Chief Commissioners von Birma gelangte, also das Kabinet Gladstone hat keinerlei offizielle Kenntnis von Ferrys Briefe erlangt. Dagegen war der indischen Regierung wohl bekannt, daß Salisburys Kabinet ganz im Sinne ihrer Vorschläge handeln würde. Es wurde darum dringend empfohlen, daß in Mandale ein britischer Resident eingesetzt würde, welcher der birmanischen Regierung zur Seite stehen, und dessen Rat die birmanische Regierung in allen auswärtigen Angelegenheiten unbedingt folgen müsse. Damit wäre also Birma de facto zur Rolle eines suzeränen Staates herabgedrückt worden, eine Maßnahme, die natürlich das Selbstgefühl des Königs von Birma schwer verletzen mußte.

Im August 1885 teilte Salisbury dem französischen Gesandten mit, daß er bestimmte Nachrichten habe, daß französischen Kapitalisten in Birma Konzessionen gegeben werden sollten, welche das ganze Land praktisch unter die Kontrolle Frankreichs bringen würden, und er sehe sich zur Erklärung genötigt, daß, wenn diese Konzessionen in der Tat gegeben würden, die britische Regierung sich gezwungen sehe, zu intervenieren und die Freiheit des Handelns der birmanischen Regierung zu beschränken. Der französische Gesandte antwortete, ihm sei davon nichts bekannt, aber erst im September gab die französische Regierung die bestimmte Antwort, daß ihr von solchen Verträgen nichts bekannt sei, und sie keinerlei Instruktionen behufs Abschluß der betreffenden Konzessionen erteilt habe. Sei überhaupt etwas ähnliches im Werke, so sei das reine Privatsache. Nun hatte mit größter Wahrscheinlichkeit die französische Regierung inzwischen erfahren, daß dem englischen Kabinet der Inhalt von Ferrys Brief bekannt war, denn im Oktober wurde Monsieur Haas aus Mandale abberufen womit die Rolle Frankreichs in Birma ausgespielt und zu einem unrühmlichen Ende gelangt war. „Faschoda“ ist Jedermann bekannt, und doch konnte man mit Fug und Recht von einem noch viel schlimmeren „Mandale“ Frankreichs sprechen, denn

zurzeit als die Unterhandlungen mit Birma schwebten, war dieses Land noch ein unabhängiges Reich unter einer eigenen Dynastie, während das gleiche nicht von Faschoda gesagt werden kann. Mandale war eine viel demütigerende Niederlage für Frankreich als Faschoda, doch zur damaligen Zeit hörte man wenig davon, das französische Ministerium Freycinet hatte wohl alle Ursache zu schweigen, und im Taumel der heutigen Verbrüderung ist der englische Fußtritt, mit dem Frankreich vor kaum zwanzig Jahren aus Birma hinausbefördert wurde, vollständig verschmerzt und vergessen.

Nachdem die Rivalität Frankreichs glücklich beseitigt war, kam es für die indische Regierung nur darauf an, einen geeigneten Vorwand zum Einschreiten in Ober-Birma zu finden. Derselbe fand sich denn auch bald in Form einer Zwistigkeit, welche eine große Handelsgesellschaft, die Bombay Burma Trading Company, die vom Könige von Birma das Monopol zur Ausbeutung der Teakholzwälder besaß, mit der birmanischen Regierung hatte.* Es ist überflüssig, auf die Details dieser wenig sauberen Handelsgeschäfte einzugehen.** Es ist genügend, zu sagen, daß die englische Regierung ganz entschieden Partei für die betreffende Aktiengesellschaft nahm, und an die birmanische Regierung ganz ungehörige Zumutungen, die natürlich abgelehnt wurden, richtete. Jetzt stellte die indische Regierung ein Ultimatum, das durch einen Spezialdampfer nach Mandale befördert wurde, um bis zum 30. Oktober 1885 in die Hände der birmanischen Regierung zu gelangen. Die Antwort des Königs wurde bis zum 5. November erwartet, auf alle Fälle sollte jedoch der Dampfer am 6. November von Mandale abfahren, und falls die Antwort, die bis zum 10. November in Rangun erwartet wurde, nicht zufriedenstellend lautete, so sollte sofort zur Aktion übergegangen werden. Das Ultimatum enthielt vier Hauptbedingungen: 1. die Zustimmung zur Einsetzung eines permanenten Residenten in Mandale, der jederzeit freien Zugang zum Könige haben solle; 2. die sofortige Einstellung des Verfahrens gegen die betreffende Aktiengesellschaft; 3. daß Birma in Zukunft alle seine auswärtigen Angelegenheiten nur durch die

---

* Wer denkt hier nicht an die Zwistigkeiten der englischen Bergwerksbesitzer in Transvaal mit der Burenregierung.

** Inter lineas sei hier bemerkt, daß es sich wesentlich darum drehte daß das Monopol zur Ausbeutung der betr. Forsten von der englischen an eine französische Gesellschaft übertragen werden sollte.

indische Regierung regeln dürfe; 4. Erleichterung des Handels mit West-China (Yünan), via Bhamo. Ging der König auf die Bedingungen ein, so hatte er sich des letzten Restes von Unabhängigkeit freiwillig begeben; man kann es ihm schwerlich verdenken, wenn er es ablehnte, ohne Kampf sich zu unterwerfen. König Hsipaw sandte eine würdige, entschiedene und richtige Antwort zurück, die natürlich von der indischen Regierung als durchaus ungenügend, ja sogar ungehörig bezeichnet wurde, und so wurde denn am 11. November 1885 der dritte Krieg gegen Birma erklärt, der mit dem Verlust der Selbständigkeit des Landes enden sollte.

6. Der dritte birmanische Krieg.

(11. November 1985 bis 1. Januar 1886.)

Am 14. November 1884 überschritt General Prendergast mit einer Armee von 9467 Mann und 77 Geschützen, welche auf 24 Dampfern und 23 Barken transportiert wurden, die Grenze in der Nähe von Thayetmyo. Nennenswerter Widerstand mit Ausnahme des Forts von Minhla wurde nicht geleistet, denn bis zum 23. Februar 1886 betrug die Gesamtzahl der im Gefechte Gefallenen oder an ihren Wunden gestorbenen

4 britische Offiziere,
7 „ Soldaten,
10 Indische Soldaten (Sepoys).

Also ein Gesamtverlust von 21 Todten, nach einem etwa dreimonatlichen Feldzuge! Nach verschiedenen Verzögerungen, meist durch diplomatische Verhandlungen verursacht, landete das englische Expeditionskorps am Morgen des 28. November in Mandale. Die Ausschiffung der Truppen war gegen 2 Uhr beendet und in drei Kolonnen setzte sich die Expedition gegen den Palast, der sich innerhalb eines durch Wall und Graben stark befestigten Forts befand, in Bewegung. Ohne einen Schwertstreich fiel die Feste und als am 28. November 1885 der frühe Abend des Wintertages einbrach, konnte der politische Agent, Oberst Sladen dem General Prendergast die Mitteilung der bedingungslosen Übergabe des Königs Hsipaw, welche am folgenden Tage erfolgen sollte, machen. Die Vorgänge in der Nacht vom 28. auf den 29. November übergeht man am besten mit Stillschweigen: sie waren einfach skandalös, wie selbst von gewiß nicht skrupu-

lösen englischen Schriftstellern zugestanden wird. Der Palast wurde von birmanischen Weibern geplündert, denen die Beute dann wiederum von den draußen harrenden englischen Soldaten abgenommen wurde.*

Gegen 2 Uhr am Nachmittag des 29. November erfolgte die Übergabe des Königs Hsipaw mit seinen zwei Königinnen Supayalat und Supayagale.

Die Abreise des Königs mit seinem geringen Gefolge fand in summarischer Weise statt. Von allen verlassen, nur von einigen Kammerfrauen begleitet, wurde die königliche Familie in zwei geschlossenen kastenartigen Ochsenwagen unter Bedeckung einer starken Eskorte nach dem Irrawaddi geschafft, auf dem Dampfer Turreah eingeschifft, der sofort in der Mitte des Stromes vor Anker ging und dann am andern Morgen nach Rangun abfuhr. Ohne den Fuß noch einmal auf die heimatliche Erde zu setzen, wurde König Hsipaw mit seinen beiden Frauen in Rangun auf einen Seedampfer gebracht und über Madras nach Ratanagiri auf der Westküste Indiens geführt, wo er seither als Staatsgefangener lebt, und wohl auch sein Leben beschließen wird. Am 1. Januar 1886 wurde im Thronsaale zu Mandale durch feierliche Proklamation die Annexion von Ober-Birma, das nunmehr einen untrennbaren Teil des Reiches Ihrer Majestät der Kaiserin und Königin Viktoria bilde, verkündet. Damit war denn auch der letzte Rest des unabhängigen Reiches Birma von der Landkarte verschwunden und England hatte ein Land von der Größe Preußens seinen Besitzungen angegliedert. (Fig. 5.) Das Drama der Shwebo-Dynastie hatte nunmehr sein Ende erreicht, nachdem dieselbe gerade 130 Jahre über Birma geherrscht hatte. Es ist die mit Blut geschriebene Geschichte eines echt orientalischen Herrschergeschlechtes, das ich in knappen Linien skizziert habe; ein energischer tatkräftiger Mann des Volkes schwingt sich zur Herr-

* Die Geschichte von dem erbeuteten und dem vergrabenen birmanischen Königsschatze, welche vor einigen Jahren durch die Zeitungen lief, beruht jedenfalls zum Teil auf Wahrheit. Nur wurde der Schatz sicherlich nicht da vergraben, wo der englische Soldat behauptete, ihn eingescharrt zu haben. Die betreffende Stelle, am Fuße des großen Wachtturmes, war mir wohl bekannt, da ich während der Regenzeit des Jahres 1888 mehrere Monate lang in dem gerade darüber befindlichen Theater des Königs gewohnt habe. Jedenfalls steht fest, daß in der Nacht vom 28. zum 29. November 1885 kein englischer Soldat zu dieser Stelle, welche ursprünglich von einem Gewirr von Schuppen eingeschlossen war, Zugang hatte.



schaft empor, aber seine Nachkommen versinken in Schwelgerei und Sinnenlust. Durch Ströme von Blutes schreitet der neue König zum Thron seiner Vorväter, um nur zu oft selbst wieder einer Palastrevolution zum Opfer zu fallen. Die besten Kräfte der Nation werden verzettelt und schließlich fällt das einst so große Reich nach einem nahezu sechzig Jahre langen, fruchtlose Ringen dem fremden Eroberer als eine leichte Beute anheim und der letzte König muß sein freudloses Dasein fern der Heimat auf fremdem Boden als Staatsgefangener beschließen. Wahrlich, ein tragisches, wenn auch nicht ganz unverschuldetes Schicksal einer Königsfamilie, das, wenn es sich nicht im fernen Hinterindien unter einer Bevölkerung abgespielt hätte, deren Dichten und Denken wir eben doch fremd gegenüberstehen, längst einen dankbaren dichterischen Vorwurf abgegeben hätte.

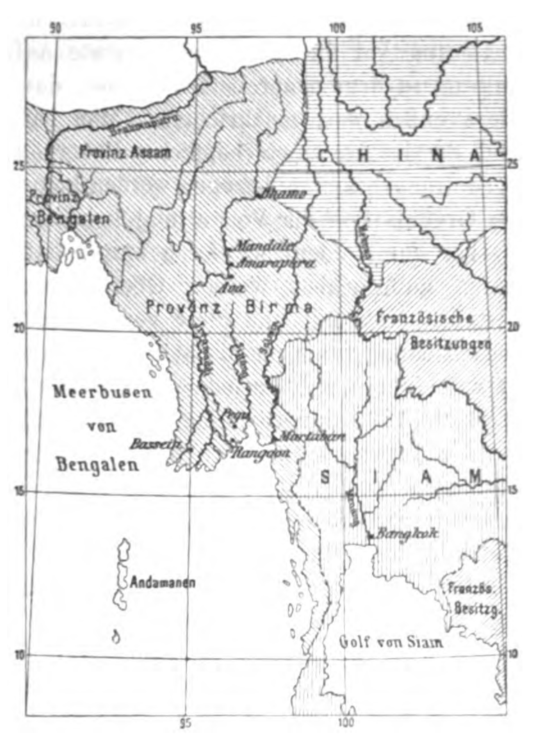


Fig. 5: Die englischen Besitzungen in Hinterindien nach dem dritten birmanischen Kriege. 1900.

7. Die Ereignisse nach der Annexion Ober-Birmas bis zur Pazifikation dieser Provinz.

Es erübrigt nun noch in kurzen Worten der Zeit zu gedenken, welche auf die Besetzung von Mandale und die Entthronung König Hsipaws folgte. Beides war ziemlich mühelos erfolgt, aber die eigentlichen Schwierigkeiten begannen erst jetzt. Die englische Macht hielt zwar die Irrawaddilinie von Thayetmyo bis Bhamo, aber außerhalb der Befestigungen stieß sie auf einen ganz uner-

warteten Widerstand. Das ganze Land hatte sich förmlich erhoben, überall bildeten sich Banden, welche dem Eroberer jeden Schritt breit streitig machten. Daneben sah sich die indische Regierung vor die keineswegs leichte Aufgabe gestellt, die Verwaltung in dem neueroberten Lande, das immerhin noch größer wie Preußen war, einzurichten. Man hatte ja in dem indischen Civil Service ein unerschöpfliches Reservoir, aus dem die nötigen Verwaltungsbeamten bezogen werden konnten, aber immerhin war die Organisation der Verwaltung keine leichte Aufgabe, nachdem es sich zur Evidenz erwiesen hatte, daß die birmanischen Beamten unbrauchbar waren. Ober-Birma wurde zunächst in 14 Distrikte eingeteilt und diese von englischen Zivilbeamten unter Heranziehung von birmanischen Unterbeamten verwaltet. Es würde zu weit führen, die Periode der Pazifikation Birmas, welche von 1886 bis 1892 dauerte, eingehender beschreiben zu wollen. Das Land wurde nach und nach mit einer Anzahl von Militärstationen überzogen, welche stark genug waren, selbständige Expeditionen aussenden zu können und die Konstruktion einer Eisenbahn von Mandale nach Taungu, wo sie sich mit der von Rangun kommenden Linie vereinigte, wurde sofort in die Hand genommen und mit aller Energie betrieben. Die Länge der Eisenbahn betrug 330 km, bereits im Jahre 1889 konnte die erste Lokomotive in Mandale einlaufen, nachdem der erste Spatenstich im Oktober 1886 getan wurde. Die Pazifikation des Landes erforderte aber ganz gewaltige Anstrengungen; im Sommer des Jahres 1886 standen 17022 Mann in Ober-Birma und 7162 Mann in Nieder-Birma, das seltsam genug mit einem Male anfing aufsässig zu werden. Allein auch diese große Zahl genügte noch nicht; um aber dem englischen Parlament keinen Anlaß zur Kritik zu geben, indem man die Zahl der regulären Truppen vermehrte, verfiel man auf den Ausweg der sogenannten militärischen Polizei. Es waren dies ganz regelrecht in militärischer Weise organisierte Truppen, die sich in nichts als durch den Namen von jenen unterschieden.* Die Zahl derselben betrug anfänglich 8530 Mann, so daß gegen Ende des Jahres 1886 die Okkupationsarmee auf 32720 Mann gestiegen war, und selbst diese bedeutende Macht erwies sich als nahezu ungenügend, denn mehr und mehr gelangte

* Diese Military Police Battalions sind auch späterhin in reguläre Regimenter umgewandelt worden.

man zur Überzeugung, daß man statt mit vereinzelten Rebellenbanden zu kämpfen, sich einer nationalen Erhebung gegenüber sah.

Anfangs 1887 befanden sich 40500 Mann Truppen in Birma, und man konnte nun allmählich zur Entwaffnung der Bevölkerung schreiten. Hohe Geldpreise wurden auf die Köpfe der Hauptanführer gesetzt und Kolonnen berittener Infanterie, welche sich ganz vortrefflich bewährten, durchstreiften das Land um die Aufrührer zu bekämpfen. Welche Schwierigkeiten hierbei zu überwinden waren, geht am besten daraus hervor, daß im Vergleich zu 91 Mann, welche bis Ende 1886 im Gefecht gefallen waren, 930 an Krankheiten starben, während 2032 als invalid entlassen werden mußten. Die Erfolge zeigten sich bald, die regulären Truppen konnten vermindert werden, aber der Abgang wurde durch die Erhöhung der Military Police mehr als gut gemacht.

Mit welchen Mitteln die englische Regierung an der Pazifikation des Landes arbeitete, wird am besten aus den folgenden Zahlen ersehen. Es betrugen:

	Reguläre Truppen (Expeditionkorps)	Militärische Polizei	Zusammen
1885	9 467 Mann	—	9 476
1886	24 184 „	8 530	32 720
1887	26 985 „	8 500	35 485
1888	16 602 „	18 110	34 712
1889	15 608 „	18 618	34 226
1890	18 763 „	16 506	35 269
1899	—	—	12 000
1900	—	--	10 324

Welche Kosten die englische Regierung durch die Eroberung und Pazifikation von Ober-Birma erwachsen, kann man aus der folgenden Tabelle entnehmen.

Es betrugen die Kosten des dritten birmanischen Krieges im Jahre

1885/86	12 712 000 Mark
1886/87	24 600 000 „
1887/88*	40 000 000 „
1888/89	13 146 680 „
1889/90	13 066 680 „
1890/91	14 986 680 „
1891/92	17 293 340 „
	135 805 380 Mark

* Eine Schätzung, die wahrscheinlich zu gering ist, denn die genaue Summe wird wahrscheinlich wegen ihrer Höhe noch als sekret betrachtet.

Also rund 136 Millionen Mark!

Es erübrigt nun noch zum Schluß die Verluste und die Kost
der drei birmanischen Kriege zusammenzustellen um einen a
nähernden Überblick darüber zu erhalten, wie viel die Eroberu
Birmas an Blut und Gut gekostet hat. Allerdings darf dal
nicht übersehen werden, daß, trotzdem Tausende von europäisch
Soldaten in Birma ihr Leben gelassen haben, die Kosten d
Kriege von Indien und nicht von England getragen wurd
Mit indischem Geld hat also England das Königreich Bir
erobert und nicht mit seinem eigenen, auch eine der Tatsach
der englisch-indischen Kolonialpolitik, die bisher noch nicht g
nügend gewürdigt wurde. Es betrugen die

	Verluste	Kosten
im ersten birmanischen Krieg	13 115	100 Mill. M.
„ zweiten „ „	2 000 (?)	100 „ „
„ dritten „ „	3 960	136 „ „
Summe	19 075	336 Mill. M.

Da sämtliche Zahlen nur auf allerniedrigsten Schätzung
beruhen — ganz genaue Angaben sind meines Wissens nie ve
öffentlicht worden, existieren auch wohl nicht — so kann m
getrost sagen, die Eroberung Birmas hat rund 20 000 Mensche
leben und 400 Mill. Mark gekostet. Den Hauptanteil an d
Verlusten hat Indien getragen, und die sämtlichen Kosten si
aus der Tasche der indischen Steuerzahler geflossen. Den Vort
hatte England, das dadurch ein Reich von ungefähr 670 000 qk
Größe mit 10 bis 12 Mill. Einwohnern seinem Kolonialbesitz ei
verleibte, wesentlich im Verfolg der Eingangs geschilderten Politi
Die vorletzte Etappe auf dem Wege der Eroberung der Küs
des Meerbusens von Bengalen und seines Hinterlandes war m
der Annexion von Ober-Birma im Jahre 1885 erreicht. Die letz
im Laufe dieses Jahres, wodurch Englands ausschließlicher Einflu
auf das östliche Glacis, d. h. Siam westlich des Mekong, dur
Frankreich offiziell anerkannt wurde. Die Angliederung d
kleinen Stückes, das sich auf der Halbinsel Malacca zwisch
den britischen Besitzungen im Norden und jenen im Süden i
damit nur noch eine Frage kürzester Zeit geworden. Die einzig
Macht, die in der Lage war, England im Osten seines indische
Reiches Schwierigkeiten zu bereiten, hat einen unrühmliche
Rückzug angetreten und dem Gegner das Feld vollkommen übe
lassen. Der gefährlichste Rivale im Gebiete Hinterindiens i

dank seiner eigenen Schwäche und englischer Energie aus dem Felde geschlagen, so daß das östliche Glacis Indiens als vollkommen gesichert gelten kann.

Welche Vorteile Birma dem englischen Handel gebracht hat, kann hier nicht weiter ausgeführt werden. Es genügt zu sagen, daß, obschon die Erschließung des Landes ursprünglich große Zuschüsse erforderte, dasselbe binnen weniger Jahre so erhebliche Überschüsse abwarf, daß Birma vom rein finanziellen Standpunkte aus betrachtet, als die beste Spekulation der englischen Krone betrachtet werden kann. Die Überschüsse, statt auf das Land selbst und zur Förderung seiner Kulturaufgaben verwendet zu werden, fließen in den gemeinsamen indischen Staatssäckel, wo sie einen stets willkommenen Zuschuß bilden, auf den selbst in Zeiten der Not gerechnet werden kann.

Die wichtigste Literatur über Birma sind die folgenden Werke:

1795. Symes, Embassy to the Kingdom of Ava in 1795.
1796. Cox, Journal of a Residence in the Burmhan Empire in 1796.
1828. Snodgrass, The Burmese War in 1826.
1854. Lawrie, The Second Burmese War.
1857. Yule Mission to the Court of Ava in 1855.
1880. Lawrie, Our Burmese Wars.
1880. Phayre, History of Burma.
1882. Shway Yoe, The Burman.
1901. Nisbet, Burma under British Rule and before.
Ferner:
Gazetteer of British Burma.
Gazetteer of Upper Burma (Secret) 1884.
Sowie
die Verwaltungsberichte aus den Jahren 1880 bis 1903.



Fig. 6: Königin Supayalat und König Hsipaw

das letzte Herrscherpaar von Birma.

VERHANDLUNGEN

DES

NATURWISSENSCHAFTLICHEN VEREINS

IN

KARLSRUHE.

---

18. Band. 1904—1905.

—> MIT 1 TAFEL. <—

KARLSRUHE.

DRUCK DER G. BRAUN'SCHEN HOFBUCHDRUCKEREI.

1905.

Printed in Germany

VERHANDLUNGEN

DES

NATURWISSENSCHAFTLICHEN VEREINS

IN

KARLSRUHE.

---

18. Band. 1904—1905.

—> MIT 1 TAFEL. <—

KARLSRUHE.
DRUCK DER G. BRAUN'SCHEN HOFBUCHDRUCKEREI.
1905.

INHALT.

Abhandlungen.

Jahresbericht.

Im Vereinsjahr 1904/1905 haben 16 Sitzungen stattgefunden, an denen 19 Vorträge gehalten worden sind; von diesen haben je drei ein Thema aus dem Gebiet der Chemie, Geophysik und Meteorologie, je zwei Reiseschilderungen, sowie Themata aus dem Gebiet der Physik und der allgemeinen Naturwissenschaft behandelt. Ferner ist je ein Vortrag aus dem Gebiet der Botanik, Elektrotechnik, Geologie und Zoologie gehalten worden.

Zu zwei Vorträgen, welche von der Abteilung Karlsruhe der Deutschen Kolonialgesellschaft und vom Altertumsverein veranstaltet worden sind, waren die Vereinsmitglieder eingeladen.

Ehrung. An der Bahre des am 10. April 1905 verstorbenen Ehrenmitgliedes des Russischen Wirklichen Geheimerates O. von Struve, Exzellenz, des früheren langjährigen Leiters der Sternwarte in Pulkowa hat der Vorsitzende unter ehrenden Worten der Anerkennung der hohen wissenschaftlichen Verdienste des Dahingeschiedenen eine Kranzspende niedergelegt.

Der vorliegende Band der Verhandlungen enthält eine größere Arbeit des Herrn Geh. Hofrat Dr. Lehmann über den magnetischen Wind und die Magnetokathodenstrahlen; daß diese aufgenommen werden konnte, verdankt der Verein einem Zuschuß, den das Großh. Ministerium des Justiz, des Kultus und Unterrichts auf Antrag des Vorstandes bewilligt hat; dafür sei an dieser Stelle nochmals ehrerbietiger Dank zum Ausdruck gebracht.

Tätigkeit der Erdbebenkommission. In der zweiten Hälfte des Jahres 1904 ist der Bau der Durlacher Station in Angriff genommen und vollendet worden. Die Instrumente und Uhren für die beiden zu errichtenden Stationen sind im September ab-

geliefert worden; sie sind vorläufig im Keller des Aulabaues der Technischen Hochschule aufgestellt und seitdem einer eingehenden Prüfung und Durchprobung unterzogen worden; dabei sind mehrmals Erscheinungen von Erdbeben und Bodenbewegungen aufgezeichnet worden. Die endgiltige Aufstellung der Apparate wird im Laufe des Frühjahres 1905 erfolgen können.

Für die Station in Freiburg hat der dortige Stadtrat in dankenswerter Weise eine geeignete Abteilung des Schloßbergkellers zunächst für 5 Jahre zur Verfügung gestellt, wie auch die Stadtverwaltung die Aufsicht über die bauliche Einrichtung übernommen hat; mit dieser ist am 19. Mai 1905 begonnen worden. Die Stadt Freiburg hat auch die Leitung des Kabels für die elektrische Beleuchtung bis zur Station auf ihre Kosten zugesagt. Zu den Kosten der baulichen Herstellung der Freiburger Station hat das Großh. Ministerium der Justiz, des Kultus und Unterrichts einen Beitrag von 800 M. bewilligt, wofür auch an dieser Stelle der Dank des Vereins zum Ausdruck gebracht wird. Für den künftigen Betrieb und die Unterhaltung der beiden Erdbebenstationen hat das genannte Ministerium die Einsetzung der nötigen Mittel in den nächsten Staatshaushaltsvoranschlag in Aussicht gestellt.

Rechnungsführung.

Bestand der Kasse im Berichtsjahr 1904—1905.

Einnahmen.

Kassenrest vom Vorjahre		M. 795,23	
Mitgliederbeiträge		„ 1380,00	
Zinsen, Kontokorrent-Zinsen	M. 1110,62		
ab bezahlte Stückzinsen .	„ 60,63		
		„ 1049,99	
Für verkaufte Verhandlungen		„ 9,50	
„ „ Wertpapiere		„ 7180,55	
Für verloste Wertpapiere		„ 3010,15	
Beitrag des Gr. Ministeriums der Justiz des Kultus und Unterrichts zu den Druckkosten des 18. Bandes der Verhandlungen		„ 300,00	
			M. 13 725,42
Übertrag der Einnahmen . .			M. 13 725,42

Übertrag der Einnahmen . . M. 13 725,42

Ausgaben.

Bureaukosten, Druckkosten, Porto etc.	M. 591,57	
Druck des 17. Bandes der Verhandl. .	„ 820,27	
Für Zwecke der Erdbebenforschung .	„ 7557,52	
Ankauf von Wertpapieren	„ 3013,50	
		M. 11 982,86
Kassenrest am 18. Mai 1905		M. 1 742,56

Vermögensstand.

Wertpapiere	M. 27 400.00	
Kassenrest	„ 1 742,56	
		M. 29 142,56
Vermögensstand am 13. Mai 1904 .		M. 35 238,09
somit Verminderung (infolge Verausgabung von M. 7557,52 für Zwecke der Erdbebenforschung aus dem Bohmschen Legat) . .		M. 6 095,53

Drucksachen-Tauschverkehr.

Im abgelaufenen Vereinsjahr ist in den Drucksachen-Tauschverkehr neu eingetreten:

der Klub für Naturkunde in Brünn.

Eingegangen sind die nachstehend verzeichneten Druckschriften, für welche auch auf diesem Wege nochmals verbindlichster Dank ausgesprochen wird.

A. Von Behörden, Instituten und Vereinen.

Augsburg. Naturhistorischer Verein. 36. Bericht. A. 1904.

Basel. Naturforschende Gesellschaft. Verhandlungen. Band 15, Heft 3; Band 17. Basel 1904.

Bergen. Museum. Arsberetning for 1904. B. 1904. — Aarbog 1904, 1905; B. 1905. Crustacea of Norway. Vol. V, Part. III—VI. B. 1904.

Berlin. Botanischer Verein f. d. Provinz Brandenburg. Verhandlungen. 46. Jahrg. 1904. Berlin 1905.

Berlin Königl. preuß. Ministerium der geistl. Angelegenheiten etc. H. Conventz: Die Gefährdung der Naturdenkmäler und Vorschläge zu ihrer Erhaltung. Berlin 1904.

— Deutsche Geologische Gesellschaft. Zeitschrift. 54. Band, 3. u. 4. Heft; 55. Band, 1.—4. Heft; 56. Band, 1.—3. Heft. — Register der Zeitschrift für die Bände 1—50 (1848—98) Berlin 1903.

Bern. Naturforschende Gesellschaft. Mitteilungen aus dem Jahre 1902. No. 1519—1550. Bern 1903.

Bonn. Naturhistorischer Verein. Verhandlungen. 61. Jahrg. 1904. 1. Hälfte. Bonn 1904.

— Niederrheinische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. Sitzungsberichte 1904. 1. Hälfte. Bonn 1904.

Boston. American Academy of Arts and Sciences. Proceedings. Vol. 38, No. 5—26; Vol. 39, No. 1—25; Vol. 40, No. 1—4, 6—14.

Bremen. Naturwissenschaftlicher Verein. Verhandlungen. 18. Bd., 1. Heft. Bremen 1905.

Breslau. Schles. Gesellschaft f. vaterländische Kultur. 81. Jahresbericht. Breslau 1904. — I. Die Jahrhundertfeier; II. Die Geschichte der Gesellschaft. Breslau 1904. — Th. Schube: Die Verteilung der Gefäßpflanzen in Schlesien preuß. und österr. Anteils. Breslau 1903.

Brünn. Naturforschender Verein. Verhandlungen. 42. Band. 1903. Brünn 1904. — 22. Bericht der meteorol. Kommission. Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen im Jahre 1902. Brünn 1904. — Schindler: Beitrag zur Kenntnis der Niederschlagsverhältnisse Mährens und Schlesiens. Brünn 1901.

— Klub für Naturkunde. 6. Bericht und Abhandlungen f. d. Jahr 1903/04. Brünn 1905.

Bruxelles. Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux Arts. Bulletins. 1904 No. 3—12; 1905 No. 1, 2. — Annuaire 1905. 71. année. Bruxelles 1905.

— Société Éntomologique de Belgique. Annales. Tome 47, Br. 1903; 48, Br. 1904. — Mémoires. IX, Br. 1902; X, XI, Br. 1903.

Budapest. Königl. Ung. Naturwissenschaftliche Gesellschaft. Mathematische und naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn. 17. Band, 1899, Leipzig 1901; 18. Band, 1900, L. 1903.

— Aquila. Jahrg. 7, 1900; 8, 1901; 9, 1902; 10, 1903. — Die Mineralien der Länder der ungarischen Krone. Budapest 1903.

Chapel Hill. Elisha Mitchell Scientific Society. Journal. Vol. 20, No. 2, 3; Vol. 21, No. 1.

Chemnitz. Naturwissenschaftl. Verein. 15. Bericht, umfassend die Zeit vom 22. Okt. 1899 bis 30. Sept. 1903. Chemnitz 1904.

Cherbourg. Société Nationale des Sciences Naturelles et Mathématiques. Mémoires. Tome 33. 2[er] fasc. Cherbourg 1903.

Christiania. Norske Gradmaalings Kommission. Resultater af Vanstands — Observationer paa den Norske Kyst. Hefte VI. Kristiania 1904.

Chur. Naturforschende Gesellschaft Graubündens. Jahresbericht. 46. Band. Vereinsjahre 1902/03 u. 1903/04. Chur 1904.

Colmar. Naturhistorische Gesellschaft. Mitteilungen. N. F. 7. Band. Jahre 1903 u. 1904. Colmar 1904.

Dar-es-Salâm. Kais. Gouvernement. Berichte über Forst- und Landwirtschaft in Deutsch-Ostafrika. 2. Band, 3. u. 4. Heft. Heidelberg 1904 u. 1905.

Davenport (Jowa). Academy of Natural Sciences. Proceedings. Vol. 9. 1901—1903.

Dresden. Naturw. Gesellschaft Isis. Sitzungsberichte und Abhandlungen. 1903, Juli—Dez.; 1904, Jan.—Dez.

— Genossenschaft Flora. Gesellschaft für Botanik und Gartenbau. Sitzungsberichte u. Abhandlungen. 7. Jahrg. 1902—1903. Dresden 1904.

Dürkheim. Naturwissenschaftl. Verein Pollichia. Mitteilungen No. 18, 60. Jahrg. 1903; No. 19, 60. Jahrg. 1903. Ludwigshafen 1904. — Dr. H. Schäfer: Über die Stirnwaffen der zweihufigen Wiederkäuer oder Artiodactylen. S.-A.

Erlangen. Physiologisch-medizinische Sozietät. Sitzungsberichte. 35. Heft. Erlangen 1904.

Frankfurt a. M. Physikalischer Verein. Jahresbericht f. d. Rechnungsjahr 1902—1903. Frankfurt a. M. 1904. — Zurhellen: Darlegung und Kritik der zur Reduktion photographischer Himmelsaufnahmen aufgestellten Formeln und Methoden. Frankfurt a. M. 1904.

— Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft. Bericht 1904. Frankfurt a. M.



Frankfurt a. O. Naturwissenschaftlicher Verein Helios. 21. Bd. Berlin 1904.

Freiburg i. B. Naturforschende Gesellschaft. Berichte. 14. Bd. Freiburg i. B. 1904.

Graz. Naturwissenschaftlicher Verein. Mitteilungen. Jahrg. 1903. Graz 1904.

Halle. Verein für Erdkunde. Mitteilungen. 1904. Halle 1904.
— Kais. Leop.-Karol. Deutsche Akademie der Naturforscher. Leopoldina. Heft 40, No. 4—8, 10—12; Heft 41, No. 1—4.

Hamburg. Ornitholog.-zologischer Verein. 2. Bericht 1902—03.
— Naturwissenschaftl. Verein. Verhandlungen 1904. 3. Folge. 12. Heft. 1905.

Hamilton (Can.) Association. Journal and Proceedings. Session 1903—1904. No. 10. Hamilton 1904.

Heidelberg. Naturhistorisch-medizinischer Verein. Verhandlungen. 7. Band, 5. Heft; 8. Band, 1. Heft. Heidelberg 1904.
— Großh. Sternwarte, Astronomisches Institut. Veröffentlichungen. 3. Band. Karlsruhe 1904. — Mitteilungen II. Karlsr. 1903; III, IV. Karlsr. 1904. — Caspar: Bestimmung der Polhöhe der Sternwarte zu Heidelberg und ihre Variation. Karlsr. 1904.

Helsingfors. Societas pro Fauna et Flora Fennica. Meddelanden. 28. Häftet 1901—1902. Helsingfors 1902; 30. Häftet 1903—1904. Helsingfors 1904. — Acta 21, 22, 23 Helsingfors 1901—1902; 26. Helsingfors 1904.

Karlsruhe. Zentralbureau f. Meteorol. u. Hydrographie. Jahresbericht 1903. Karlsruhe 1904.
— Gartenbauverein f. d. Großh. Baden. Der Gartenfreund. Jahrg. 1904.

Kiel. Naturwissensch. Verein. Schriften. Register zu Bd. 1—12. Kiel 1904.

Königsberg. Schriften der Königl. Physikalisch-Ökonomischen Gesellschaft. 44. Jahrg. 1903. Königsberg 1903.

Landshut. Botanischer Verein. 17. Bericht über die Vereinsjahre 1900—1903. Landshut 1904.

Lausanne. Société Vaudoise des Sciences Naturelles. Bulletin des séances. No. 149—151.

Lawrence. University of Kansas. Science Bulletin. Vol. II. No. 10—15.

Leipa. Nordböhmischer Exkursionsklub. Mitteilungen. 27. Jahrg., 2.—4. Heft; 28. Jahrg., 1. Heft. — Hauptregister für die Mitteilungen. Jahrg. 1—25. 1. Teil: Sachregister. Leipa 1904. — K. v. Zimmermann: Über die Bildung von Ortstein im Gebiet des nordböhmischen Quadersandsteines und Vorschläge zur Verbesserung der Waldkultur auf Sandböden. Leipa 1904.

Leipzig. Naturforschende Gesellschaft. Sitzungsberichte. 28. u. 29. Jahrg. 1901 - 1902. Leipzig 1903.

Lüneburg. Naturwissenschaftlicher Verein. 16. Jahresheft 1902 bis 1904. Lüneburg 1904.

Madison. Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters. Transactions Vol. 13, Part. II 1901. Madison 1902; Vol. 14, Part. I 1902. Madison 1903.

Magdeburg. Naturwissenschaftlicher Verein. Jahresbericht u. Abhandlungen 1902—1904. Magdeburg 1904.

Marburg. Gesellschaft zur Förderung der gesamten Naturwissenschaften. Sitzungsberichte. Jahrg. 1902. Marburg 1903; Jahrg. 1903. Marburg 1904.

Marseille. Faculté des Sciences. Annales. Tome XIV. Paris 1904.

Mexico. Instituto Geológico. Parergones, Tomo I, No. 1—7.

Mexico. Observatorio Meteorológico-Magnetico Central. Bollettino Mensual. Juni—Aug. 1902.

— Observatorio Astronómico Nacional de Tacubaya. Anuario 1905. Año 25. Mexico 1904.

Milwaukee. Public Museum. 22th. Annual report Sept. 1, 1903 to Aug. 31, 1904. Milwaukee 1904.

Montevideo. Museo Nacional. Anales Ser. II. Ent. 1. Montevideo 1904. — Flora Uruguaya. Tomo II. (cont.) Montevideo 1905.

— Seccion Historico-Filosofica. Tomo I. Geografia, Fisica y Esferica de la Provincia del Paraguay y Misiones Guaranies. Montevideo 1904.

München. Königl. Akademie der Wissenschaften. Sitzungsberichte der math.-phys. Klasse. 1904. Heft 1—3.

— Ornithologische Gesellschaft. Verhandlungen 1903. Band IV. München 1904.

— Bayer. Botanische Gesellschaft zur Erforschung der heimischen Flora. Mitteilungen No. 1—26; 33—35. — Berichte. Band I—VIII, X.

Nancy. Société des Sciences. Bulletin. Tome IV., Fasc. IV; Tome V, Fasc. I, II. Paris-Nancy 1904.

Neuchatel. Société des sciences naturelles. Bulletin. Tome 28, Année 1899—1900. Neuchatel 1900.

New York. American Museum of Natural History. Annual Report for the year 1903. — Bull. 18 Part II; The Mrs. Morris K. Jesup Expedition. The Arapacho III. — Bull. Vol. 18. Part. III: Decorative art of the Sioux Indians. — Bull. Vol. 20. 1904. — Memoires Vol. III: Decorative art of the Huichol Indians.

Ottawa. Geological Survey of Canada. Annual Report. Vol. 13, 1900. Ottawa 1903. — Catalogue of canadian birds. Part. III. Ottawa 1904. — White, Dictionary of altitudes in the Dominion of Canada with a relief map of Canada. Ottawa 1903. — Report on the Great Landslite at Frank, Alta. 1903. Ottawa 1904.

— Department of the Interior. Appendix to the Report of the Superintendant of Mines 1902 (Part. VI. Annual Report 1902). Ottawa 1903.

Para. Museu Göldi. Boletim. Vol. IV, No. 1, 2, 3. Para 1904.

Philadelphia. Academy of Natural Sciences. Proceedings. Vol. 55. Part. III, 1903. Philadelphia 1904; Vol. 56, Part. I, II. Philadelphia 1904.

Pisa. Società Toscana di Scienze Naturali. Atti; Vol. 20. — Processi verbali Vol. 14, No. 3—5.

Prag. Deutscher Naturwissenschaftlicher Verein Lotos. Sitzungsberichte. Jahrg. 1902. N. F. 23. Band. Prag 1903.

— K. Böhm. Gesellschaft der Wissenschaften. Sitzungsberichte der math.-naturw. Klasse. 1905. Prag 1904. — Jahresbericht f. d. Jahre 1904. Prag 1905.

Reichenberg. Verein der Naturfreunde. Mitteilungen. 35. Jahrg. Reichenberg 1904.

Rennes. Université. Travaux scientifiques. Tome III, 1904. Rennes 1904.

Roma. R. Accademia dei Lincei. Atti. Vol. 13. Fasc. 8—12. 1° sem; Fasc. 1—12. 2° sem; Vol. 14. Fasc. 1—8. 1° sem. — Atti. Rendiconti dell' adunanza solenne del 5. Giugno 1904. Vol. II. Roma 1904.

Roma. R. Comitato Geologico d'Italia. Bolletino. Anno 1904, No. 1 —4; Anno 1905, No. 1. — Catalogo della mostra fatta al C. R. delle Miniere all' ésposizione universale di St. Louis nel 1904. Roma 1900.

St. Gallen. Naturwissenschaftliche Gesellschaft. Jahrbuch f. d. Vereinsjahr 1901—1902. St. Gallen 1903; desgl. für 1903 (1902—1903). St. Gallen 1904.

St. Louis. Academy of Science. Transactions. Vol. XIV, No. 9, 10; Vol. XIII, No. 1—10; Vol. XIV, No. 1—6.

Stockholm. Entomologiska Tidskrift. 1904, Heft 1—4. Stockholm 1904.

Stuttgart. Verein für vaterländische Naturkunde. Jahreshefte. 60. Jahrg. Stuttgart 1904. — Verzeichnis der mineralogischen, geologischen, urgeschichtlichen und hydrologischen Literatur von Württemberg, Hohenzollern und den angrenzenden Gebieten. Nachtrag zur Literatur von 1902 und die Literatur von 1903. Stuttgart 1904.

Sydney. Australian Museum. Records. Vol. 5, No. 4, 5. Sydney 1904. — Report of Trustees for 1903—1904.

Tokio. Zoological Society. Annotationes zoologicae japonenses. Vol. I, Part. II, III. Tokio 1904.

Upsala. Universitäts-Bibliothek. Results of the Swedish Zoological Expedition to Egypt and the White Nile 1901. Part. I. Upsala 1904.

Washington. Smithsonian Institution. Annual Report of the Board of Regarts for the year ending June 30. 1902. Report of the National Museum. Washington 1904.

— U. S. Departement of Agriculture. Division of Biological Survey. Yearbook 1903. Washington 1904.

Wien. K. Akademie der Wissenschaften. Anzeiger 1904. No. 10 —27; 1905 No. 6—10. — Mitteilungen der Erdbebenkommission. N. F. No. 27. Wien 1905.

— K. K. Geologische Reichsanstalt. Jahrbuch. Jahrg. 1903, 53. Band, 2.—4. Heft; Jahrg. 1904, 54. Band, 1.—4. Heft. Verhandlungen. 1904. No. 9—18; 1905. No. 1, 2.

— K. K. Naturhistorisches Museum. Annalen. Bd. 19. No. 1—3. Wien 1904.

Wiesbaden. Verein für Naturkunde. Jahrbücher. Jahrg. 57. Wiesbaden 1904.

Winterthur. Naturwissenschaftliche Gesellschaft. Mitteilungen. 5. Heft. Jahr 1903 u. 1904. Winterthur 1904.

Zürich. Naturforschende Gesellschaft. Vierteljahrsschrift. 49. Jahrg. 1904. 1. u. 2. Heft. Zürich 1904.

Zwickau. Verein für Naturkunde. 33. Jahresbericht 1903. 42. Vereinsjahr. Zwickau 1905.

B. Vom Verfasser:

G. Wepfer. Welche Kräfte haben die Kettengebirge gefaltet und aufgerichtet und woher stammen diese Kräfte? Zürich 1905. S.-A.

Vorstand.

Der Vorstand hat im Berichtsjahre aus den Herren

1. Geheimerat Prof. Dr. Engler, als Vorsitzenden,
2. Geh. Hofrat Prof. Dr. Lehmann, als Stellvertreter des Vorsitzenden,
3. Geh. Hofrat Prof. Dr. Bunte, als Kassier,
4. Geheimerat Dr. Battlehner,
5. Prof. Dr. Futterer,
6. Geheimerat Oberbaudirektor Honsell,
7. Direktor P. Treutlein

bestanden.

Die Geschäfte des Schriftführers, des Redakteurs der Vereinsverhandlungen und des Bibliothekars hat Prof. Dr. Schultheiss besorgt; dieser ist in der Mitgliederhauptversammlung am 19. Mai 1905 zum Schriftführer gewählt worden.

Bewegung unter den Mitgliedern.

Neu eingetreten sind im Berichtsjahre die Herren Referendär Bartning, prakt. Arzt Dr. Buchmüller, Reichsbankassessor Clement, Privatmann Fr. Deimling, Bezirksarzt Dr. Eberle, Baurat Dr. Fuchs, Bankdirektor Galette, Fabrikant Grund, Privatdozent Dr. Hamel, Zahnarzt Hutt, Bergmeister Naumann, Fabrikant Öhmichen, Prof. Orsinger, Stabsveterinär Scholtz, Spezialarzt Dr. Schwab, Oberstleutnant a. D. Schuster, Hofapotheker Dr. Ströbe, Assistent Weber, Forstpraktikant Wimmer.

Durch den Tod hat der Verein nicht weniger als 7 Mitglieder verloren; es sind dies das Ehrenmitglied des Vereins Ex-

zellenz O. v. Struve, ferner Exzellenz Generalleutnant a. D. Küster, prakt. Arzt Dr. Lembke, Geh. Hofrat Dr. Maier, Fabrikdirektor Platz, Major a. D. Sievert und Hofphotograph Suck. Ausgetreten sind, zumeist infolge von Wegzug die Herren Privatdozent Dr. Brode, Fabrikant Dr. Buhl, Rektor a. D. Dr. Cathiau, Landgerichtsrat Glock, prakt. Arzt Dr. Hartz, prakt. Arzt Dr. Heinsheimer, Assistent Dr. Jahn, Kreisschulrat Ischler, Prof. Dr. Migula, Dr. Eberh. Müller, Assistenzarzt Dr. Nüßlein und Landgerichtsrat Schwörer.

Der Verein hat am Schlusse des Vereinsjahres 236 Mitglieder gezählt.

Mitglieder-Verzeichnis

(nach dem Stand vom 1. Mai 1905).

a. Ehrenmitglieder.

Die Herren:

Meidinger, Professor Dr., Geh. Hofrat in Karlsruhe (1901).
Moritz, Dr. A., Staatsrat in Dorpat (1864).

b. Korrespondierendes Mitglied.

Herr R. Temple, Schriftsteller in Buda-Pest.

*c. Mitglieder.**

Alberti, Dr., Augenarzt (1902).
Albicker, Karl, Apotheker (1902).
Allers, H., Zahntechniker (1899).
Ammon, Dr. Otto, Schriftsteller (1883).
Arnold, Dr. Em., Assistent für Chemie an der Technischen Hochschule (1903).
Arnold, Eng., Hofrat, Professor der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule (1895).
Auerbach, Dr., Kustos für Zoologie am Gr. Naturalienkabinet und Privatdozent an der Technischen Hochschule (1903).
Babo, Freiherr von, Baurat (1902).
Bartning, H., Referendär (1904).
Bartning, O., Rentner (1882).
Battlehner, Dr. F., Geheimerat (1866).
Battlehner, Dr. Th., Oberarzt am städt. Krankenhaus (1898).

* Die beigefügten Zahlen bedeuten das Jahr der Aufnahme.

Bauer, Dr. K. Ludwig, Professor am Realgymnasium (1902).
Becker, Gustav, Oberkriegsgerichtsrat (1902).
Beeg, H., Fabrikdirektor in Durlach (1902).
Behm, O., Mechaniker (1889).
Behrens, Prof. Dr. J., Vorstand der Landw. Versuchsanstalt in Augustenberg bei Grötzingen (1902).
Benckiser, Dr. A., Hofrat, prakt. Arzt (1890).
Benckiser, Dr. W., Oberamtsrichter (1899).
Benoit, G., Professor des Maschinenbaues an der Technischen Hochschule (1902).
Berberich, Dr. A., prakt. Arzt (1897).
Böhm, Dr. F., Ministerialrat (1899).
Bongartz, Dr. A., prakt. Arzt (1896).
Brauer, E., Hofrat, Professor der theoretischen Maschinenlehre an der Technischen Hochschule (1893).
Brian, Dr. E., Medizinalrat (1896).
Buch, H., Ministerialrat (1899).
Bürgin, J., Obergeometer an der Technischen Hochschule (1894).
Buchmüller, Dr. prakt. Arzt (1905).
Buri, Theod., Assistent am mineralog. Institut der Technischen Hochschule (1903).
Bunte, Dr. H., Geh. Hofrat, Professor der chemischen Technologie an der Technischen Hochschule (1888).
Cadenbach, Dr., Amtmann (1904).
Carl, Dr., Schlachthaustierarzt (1901).
Clauß, Dr. H. W., prakt. Arzt (1898).
Clement, Reichsbankassessor (1904).
Cramer, H., Professor am Realgymnasium (1903).
Dähn, Dr., Kriegsgerichtsrat (1904).
Deimling, Fr. Privatmann (1904).
Delisle, R., Oberingenieur a. D. in Durlach (1886).
Dieckhoff, Dr. E., a. o. Professor der Chemie an der Technischen Hochschule (1880).
Dinner, Dr., Professor am Realgymnasium (1904).
Dittrich, Dr. Th., Privatmann (1897).
Doederlein, G., Dr. Ing., Oberingenieur (1899).
Döll, G., Medizinal-Assessor (1875).
Dörr, J., Professor an der Realschule (1895).
Doll, Dr. K., prakt. Arzt (1890).

Dolletschek, Ed., Kaufmann (1877).
Drach, A., Oberbaurat und Professor an der Technischen Hochschule (1881).
Durler, J., Professor am Gymnasium (1899).
Eberle, Dr. G., Bezirksarzt (1904).
Eitel, Dr. K. H., Apotheker und Stadtrat (1897).
Eitner, Dr. P., Laboratoriumsvorstand an der chemisch-technischen Prüfungs- und Versuchsanstalt, Privatdozent (1901).
Engler, Dr. K., Geheimerat, Professor der Chemie an der Techn. Hochschule und Direktor des chemischen Instituts (1876.)
Eppenich, E., Civilingenieur (1902).
Fikentscher, Tiermaler in Grötzingen (1904).
Fink, Handelslehrer (1903).
Fischbach, Dr. E., prakt. Arzt (1895).
Fischer, Otto, Hoflieferant (1901).
Föhlisch, Dr. E., Regierungsrat, Fabrikinspektor (1900).
Frankenstein, Dr. W., Chemiker (1901).
Fuchs, Dr., Baurat (1904).
Futterer, Dr. K., Professor der Mineralogie und Geologie an der Technischen Hochschule (1895).
Galette, Bankdirektor (1904).
Gelpke, Dr. Th., Augenarzt (1892).
Genter, Dr., prakt. Arzt (1902).
Gernet, K., General-Oberarzt a. D. (1875).
Glockner, B., Geheimerat, Direktor der Steuerdirektion (1878).
Goedecker, E., Ingenieur (1899).
Goffin, L., Privatmann (1879).
Gräbener, L., Hofgartendirektor (1880).
Gräfenhan, Dr. P., Professor am Kadettenkorps (1897).
Gräff, Domänenrat (1903).
Grashof, R., Professor am Gymnasium (1895).
Graßmann, R., Professor des Maschinenbaues an der Technischen Hochschule (1904).
Gretsch, Forstrat (1903).
Grund, Fabrikant (1904).
Gutmann, Dr. K., prakt. Arzt (1894).
Gutsch, Dr. L., Medizinalrat, Spezialarzt für Chirurgie (1895).
Haaß, R., Prof., Laboratoriumsvorstand an der chemisch-technischen Versuchsanstalt (1875).

Haber, Dr. F., a. o. Professor der Chemie an der Technischen Hochschule (1896).
Hafner, Fr., Regierungsrat (1886).
Haid, Dr. M., Geh. Hofrat, Professor der Geodäsie an der Technischen Hochschule (1882).
Hamel, Dr., Privatdozent für Mathematik (1904).
Hart, J., Geheimerat, Professor des Maschinenbaues an der Technischen Hochschule (1870).
Hassenkamp, K., Rentner (1875).
Hauser, Dr. W., Obermedizinalrat (1898).
Hausrath, Dr. H., Professor der Forstwissenschaft an der Technischen Hochschule (1897).
Haußner, Dr. Rob., Professor der Mathematik und Oberbibliothekar an der Technischen Hochschule (1902).
Heintze, Dr., Ministerialrat (1901).
Helbig, Dr. M., Assistent für Bodenkunde an der Technischen Hochschule (1903).
Helbing, Dr. P., prakt. Arzt (1896).
Hemberger, H., Hochbauinspektor (1904).
Hemberger, J., Hofbaudirektor a. D. (1880).
Henning, Th., Kommerzienrat (1896).
Heß, Geh. Oberpostrat und Oberpostdirektor a. D. (1901).
Hildebrandt, M., Geh. Oberfinanzrat (1881).
Hoffmann, Dr. H., prakt. Arzt (1881).
Hoffmann, K., Major a. D. (1897).
Holzmann, A., Professor an der Oberrealschule (1893).
Homburger, Dr. Th., prakt. Arzt (1899).
Honsell, M., Geheimerat, Direktor des Wasser- und Straßenbaues, Professor des Wasserbaues an der Techn. Hochschule (1884).
Hutt, Zahnarzt (1904).
Jahraus, W., Buchhändler (1899).
Joos, Gr. Maschineninspektor (1904).
Jourdan, Dr. J., prakt. Arzt (1894).
Just, Dr., Assistent für phys. Chemie an der Technischen Hochschule (1903).
Kaiser, Dr. F., Medizinalrat (1889).
Karle, M., Professor am Gymnasium (1897).
Kast, Dr. H., a. o. Professor der Chemie an der Technischen Hochschule (1883).

Keller, K., Geh. Hofrat, Professor des Maschinenbaues an der Technischen Hochschule (1869).
Klein, Dr. L., Professor der Botanik an der Technischen Hochschule (1895).
Klein, L., Assistent an der chemisch-technischen Prüfungs- und Versuchsanstalt (1897).
Klotz, Dr., Amtmann (1904).
Knauer, Leonh., Reallehrer (1902).
Kneucker, A., Hauptlehrer (1902).
Knittel, Dr. A., Buchdruckereibesitzer (1902).
Knittel, Dr. R., Buchhändler (1895).
Knoche, Dr. E., Assistent für Zoologie an der Technischen Hochschule (1903).
Köhler, Oberförster in Bretten (1903).
Kölmel, Prof. Dr., in Baden (1900).
Kohlhepp, Fr., Bezirkstierarzt (1886).
Kors, A. van der, Bankdirektor (1890).
Kreßmann, A. Th., Major a. D. (1875).
Krieger, Dr. M., prakt. Arzt in Königsbach (1904).
Kronstein, Dr. A., Assistent am chemischen Laboratorium der Technischen Hochschule (1896).
Krumm, Dr. F., Spezialarzt für Chirurgie (1897).
Künkel, K., Reallehrer in Ettlingen (1902).
Kund, Th., Wirkl. Geh. Kriegsrat (1903).
Kux, Dr. H., Chemiker (1899).
Lang, Dr. A., Professor am Realgymnasium (1897)
Lay, Dr., Seminarlehrer (1903).
Le Blanc, Dr. M., Professor der physikalischen Chemie und Elektrochemie an der Technischen Hochschule (1901).
Lehmann, Dr. O., Geh. Hofrat, Professor der Physik an der Technischen Hochschule (1890).
Leutz, F., Geh. Hofrat, Seminardirektor a. D. (1872).
Leutz, H., Professor am Realgymnasium (1896).
Levinger, Dr. F., prakt. Arzt (1895).
Lorenz, W., Kommerzienrat (1879).
Lüders, P., Ingenieur in Berlin (1895).
Ludwig, Dr., Spezialarzt für Chirurgie (1904).
Magenau, Ökonomierat in Augustenberg bei Grötzingen (1903).
Marschalck, K. von, Major a. D. (1896).

Massinger, R., Professor an der Oberrealschule (1894).
May, Dr. W., Privatdozent für Zoologie (1899).
Mayer, Paul, Lehramtspraktikant (1904).
Mayer, Rud., Zinkograph (1893).
Meeß, Ad., Privatmann u. Stadtrat (1899).
Meidinger, Dr. H., Geh. Hofrat, Professor der technischen Physik an der Techn. Hochschule (1865, Ehrenmitglied 1901).
Millas, K. de, Ingenieur (1893).
Molitor, Dr. E., prakt. Arzt (1894).
Müller, Dr. L., Medizinalrat (1896).
Müller, Dr. U., Professor der Forstwissenschaft an der Technischen Hochschule (1893).
Muth, Dr., Oppenheim (1902).
Näher, R., Baurat (1893).
Naumann, Bergassessor (1904).
Neumann, Dr. M., prakt. Arzt (1901).
Netz, F., prakt. Arzt (1893).
Nüßlin, Dr. O., Hofrat, Professor der Zoologie an der Technischen Hochschule (1878).
Oechelhäuser, Dr. A. von, Geh. Hofrat, Professor der Kunstgeschichte an der Technischen Hochschule (1898).
Öhmichen, Fabrikant (1904).
Ordenstein, Professor, Direktor des Konservatoriums (1903).
Orsinger, Jul., Professor an der Realschule (1904).
Paull, Dr. H., prakt. Arzt (1898).
Paravicini, Dr. R., Hilfsarbeiter im Ministerium des Innern (1903).
Peter, W., Architekt (1903).
Pezoldt, O., Buchhändler (1903).
Pfeil, Dr., Assistent am chemisch-technischen Institut der Technischen Hochschule (1901).
Reck, K. von, Freiherr, Geheimerat und Kammerherr (1869).
Rebmann, E., Oberschulrat (1902).
Rehbock, Th., Professor des Wasserbaues an der Technischen Hochschule (1900).
Reichard, Fr., Stadtbaurat, Direktor der städtischen Gas- und Wasserwerke (1892).
Reinfurth, Th., Seminarlehrer (1903).
Resch, Dr. A., prakt. Arzt (1888).

Richter, Dr., Direktor (1903).
Riehm, Verbandssekretär (1903).
Riffel, Dr. A., prakt. Arzt, a. o. Professor für Hygiene an der Technischen Hochschule (1876).
Risse, Dr. H., prakt. Arzt (1899).
Röder von Diersburg, Freiherr, Oberst z. D. und Kammerherr (1901).
Rosenberg, Dr. M., prakt. Arzt (1898).
Roth, Dr. K., prakt. Arzt (1897).
Rupp, G., Professor, Laboratoriumsvorstand an der Großh. Lebensmittelprüfungsstation (1899).
Sachs, W., Geh. Oberfinanzrat (1885).
Sachs, W., Kaufmann.
Schaaff, E., Privatier (1899).
Schellenberg, R., Finanzrat (1899)
Scheurer, K., Hofmechaniker und Optiker (1877).
Schleiermacher, Dr. A., Professor der theoretischen Physik an der Technischen Hochschule (1881).
Schmidt, Fr., Professor der wissenschaftlichen Photographie an der Technischen Hochschule (1892).
Scholl, Dr. Rol., a. o. Professor der Chemie an der Technischen Hochschule (1896).
Scholtz, Stabsveterinär (1905).
Schultheiss, Professor Dr., Großh. Meteorologe (1886).
Schur, Dr. F., Professor der Geometrie an der Technischen Hochschule (1901).
Schuster, Fr., Oberstleutnant a. D. (1905).
Schwarzmann, Professor Dr. M., Privatdozent für Mineralogie an der Technischen Hochschule und Kustos am Naturalienkabinet (1901).
Schweickert, M., Seminar-Oberlehrer a. D. (1873).
Seneca, F., Fabrikant (1863).
Siefert, X., Oberforstrat, Professor der Forstwissenschaft an der Technischen Hochschule (1895).
Sieveking, Dr. H., Assistent an der Technischen Hochschule (1902).
Spranger, Postrat (1903).
Sprenger, A. E., Geh. Oberregierungsrat (1878).
Spuler, Dr. A., a. o. Professor der Anatomie in Erlangen (1897)
Spuler, Dr. R., Augenzarzt (1903).

Stark, F., Professor an der Oberrealschule (1895).
Stein, H., Apotheker in Durlach (1896).
Steiner, Dr. A., prakt. Arzt (1896).
Sternberg, Dr. H., prakt. Arzt (1897).
Steude, Dr. M., Sekretär (1896).
Stoll, Herm., Forstpraktikant (1902).
Ströbe, Dr., Hofapotheker (1905).
Teichmüller, Dr. J., a. o. Professor der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule (1899).
Tein, Dr. M. von, k. bayer. Bauamtmann (1888).
Timann, Dr., Generalarzt (1903).
Treutlein, P., Direktor des Realgymnasiums (1875).
Tross, Dr. O., prakt. Arzt (1893).
Vogel, Dr., Chemiker (1904).
Vogt, A., Reallehrer, Vorstand der städt. Handelsschule (1903
Volz, H., Professor an der Akademie der bildenden Künste (189
Wacker, M., Professor am Realgymnasium (1894).
Wagner, Dr. E., Geheimerat, Konservator der Altertümer (186
Wagner, G., Privatier in Achern (1876).
Wagner, Leop., Prokurist in Ettlingen (1899).
Wallenberg, A. von, Generalmajor z. D. (1903).
Weber, Assistent am physik. Institut der Techn. Hochschule (190
Wedekind, Dr. L., Hofrat, Professor der Mathematik an der Technischen Hochschule (1876).
Weiler, Dr. A., Professor a. D. (1883).
Williard, A., Baurat a. D. und Stadtrat (1895).
Wilser, Dr. L., in Heidelberg (1881).
Wimmer, Forstpraktikant, Assistent an d. Techn. Hochschule (1904
Wittmer, K., Forstrat (1899).
Wöhler, Dr. Loth., Privatdozent und Assistent am chemischen Laboratorium der Technischen Hochschule (1898).
Wunderlich, Dr. H., prakt. Arzt (1896).
Zartmann, Dr. F., Privatmann (1899).
Ziegler, A., Medizinalrat (1903).
Ziegler, Dr. V., prakt. Arzt (1899).
Zimmermann, Fr., Gr. Oberingenieur (1899).

Für die Redaktion verantwortlich: Prof. Dr. Schultheiss.

Sitzungsberichte.

---

614. Sitzung am 3. Juni 1904.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend zahlreiche Gäste.

Herr Prof. Dr. Scholl berichtete über eine Luftballonfahrt. Nach einem Überblick über die geschichtliche Entwicklung der Luftschiffahrt und kurzen Erörterungen über die Theorie und Technik des Ballonfahrens erstattet der Vortragende Bericht über seine am 5. Mai 1904 mit Oberleutnant Lohmüller als Führer und Leutnant Sänger, beide in Straßburg, in Gegenwart des Fürsten-Statthalter von Elsaß-Lothringen, in dem 1300 cbm fassenden mit Leuchtgas gefüllten Ballon „Hohenlohe" des südwestdeutschen Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt ausgeführte Ballonfahrt. Die Luftschiffer stiegen früh um $^1/_2$10 Uhr vom Rheintorplatz in Straßburg bei kühler Witterung (etwa 6°) auf. An Instrumenten befanden sich an Bord Aneroid, Barograph, Statoskop und Assmanns Aspirationspsychrometer. Sie durchbrachen in etwa 1000 m Höhe die untere sich nach allen Richtungen bis an den Horizont erstreckende Wolkenschicht, auf der sie das Schattenbild des Ballons und Korbes erblickten, umgeben von einem Regenbogenkreise. Darüber war klarer Himmel, abgesehen von leichten, einige 1000 m höher befindlichen zarten Federwolken. Die Luftschiffer trieben bis etwa um die Mittagstunde bei flauem Winde südsüdöstlich, querten den Rhein in der Höhe von Offenburg, in einer Meereshöhe von etwa 2000 m, schlugen dann allmählich südöstliche Richtung ein und flogen über Lahr in den Schwarzwald hinein. Sie erreichten zweimal die größte Höhe von 2700 m, das erste Mal über Ichenheim, das zweite Mal über Lahr, dazwischen sanken sie über Schuttern auf 700 m hinab. Die tiefste Temperatur war —$7^1/_2$°, am Psychrometer —$10^1/_2$°.

Die erste Landung erfolgte nach raschem Fallen nachmittags 4 Uhr in den Kronen eines Hochwaldes bei Prinzbach, 11 km östlich von Lahr, wo der Vortragende den Ballon verließ die zweite Landung gegen 1/25 Uhr 200 m weiter nördlich auf einem Kleefeld am Walde. Der Vortrag wurde begleitet von erläuternden Versuchen über den Auftrieb leichter Gase, der Vorweisung verschiedener Demonstrationsobjekte (Ballonkorb mit Tragring nebst Zubehör, ein Yonsches Ventil), sowie von Lichtbildern nach Momentaufnahmen des Vortragenden kurz vor der Auffahrt und nach der Landung, mit Blicken in die Wolkenlandschaften und auf in der Tiefe liegende Dörfer.

615. Sitzung am 17. Juni 1904.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend zahlreiche Gäste.

Im großen Hörsaal des elektrotechnischen Instituts der Technischen Hochschule hielt Herr Prof. Dr. Schleiermacher einen Vortrag über Fortschritte in der drahtlosen Telegraphie, wobei er zunächst das Auftreten von elektromagnetischen Schwingungen bei Kondensatorenentladungen durch eine singende Bogenlampe, dann die Abstimmung von Schwingungskreisen und eine drahtlose Telegraphie zwischen zwei Stationen vorführte. Dann wurden die Bestrebungen besprochen, genaue Abstimmung des Empfängers auf den Sender herzustellen, wobei auf Methoden und Apparate zur bequemen Bestimmung der Eigenschwingungsdauer eines Schwingungskreises hingewiesen, und der „Wellenstab" von Slaby in seiner Anwendung demonstriert wurde. Als wichtigster Fortschritt wurde erwähnt die von Braun angegebene Methode, dem Sender mehr Energie zuzuführen, indem mehrere primäre Schwingungskreise gleichzeitig auf ihn einwirken. Schließlich gab der Vortragende kurze Mitteilungen über neuere Detektorkonstruktionen, unter denen der elektrolytische Detektor von Schlömilch in einem Modell vorgezeigt wurde.

616. Sitzung am 8. Juli 1904.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 32 Mitglieder.
Neu angemeldetes Mitglied: Herr Zahnarzt Hutt

Auf besonderen Wunsch des Vorsitzenden, erstattete Herr A. Kneucker im Gartensaal des Karlsruher Museums einen vor-

läufigen Bericht über den Verlauf einer zweiten botanischen Reise nach der Sinaihalbinsel, die er auf Anraten unseres berühmten Landsmannes, des bekannten Afrikaforschers Dr. G. Schweinfurt, hauptsächlich nach dem südlichen und östlichen Teil der Sinaihalbinsel zum Zwecke botanischer Erforschung dieses Gebietes ausgeführt hatte. Die Behörden hatten für dieses Unternehmen in dankenswerter Weise einen halbjährigen Urlaub und eine Subvention bewilligt. Am 11. Februar wurde die Reise in Begleitung eines jungen Karlsruhers, Herrn H. Wolff, über Berlin nach Hamburg angetreten und zur Überfahrt nach Alexandrien der Dampfer „Pera" der deutschen Levantelinie benützt, der infolge äußerst stürmischen Wetters und verschiedener Maschinendefekte erst am 9., statt am 3. März in Alexandrien eintraf. Unterwegs wurden die Häfen Lissabon, Algier, Tunis, Malta und Piräus angelaufen. In Hélouan stattete Herr Kneucker unserem dort zur Kur weilenden Herrn Staatsminister v. Brauer einen Besuch ab. Hier schloß sich Herr Hans Guyot, Direktor der „École internationale" in Hélouan, ein Mannheimer, als sprachkundiger Führer und Entomologe an, und am 16. März konnte endlich der Abmarsch der Karawane vom asiatischen Ufer bei Suez nach Süden stattfinden. Die Richtung folgte im großen und ganzen dem Wege vor zwei Jahren, doch hielten sich die Reisenden näher dem Meere. Um el-Tor zu erreichen, wurden diesmal die Wâdi's Selâf und Hebron durchzogen. Fünf Stunden vor el-Tor wurden die Reisenden von einem schrecklichen Sandsturm (Chamsin) überfallen, welcher Menschen und Tiere aufs äußerste erschöpfte.

In Tor fand man seitens des deutschen Konsularagenten und der Quarantänebehörden freundliche Aufnahme. Der Kommandant ließ mitteilen, daß das ägyptische Kriegsministerium ihm befohlen habe, die Mitglieder der Expedition unter seinen Schutz zu stellen.

Am Ostersonntag kehrten die Herren auf einem mit schmutzig-malerischen Mekkapilgern überfrachteten Pilgerschiff nach Suez und Kairo zurück, um ihre Ausrüstung und Vorräte zu ergänzen. Herr Kneucker konnte hier mit Herrn Dr. Schweinfurt und einem jungen Schweizer Namens Keller einige ergebnisreiche Exkursionen ausführen und reiste am 15. April mit Herrn Guyot allein zum zweiten Male nach Tor zurück, um die eigentliche Auf-

gabe, Erforschung des botanisch und entomologisch noch völlig unbekannten Südens und Ostens in Angriff zu nehmen; Wolff hingegen hatte genug vom Sinai und eilte der Heimat zu. Die Entwicklung der Flora ließ im Süden zu wünschen übrig, hingegen war die entomologische Ausbeute um so reicher. Eine Reihe interessanter Urgebirgstäler und Höhen wurde besucht und am 26. April bei einer Hitze von 57 Grad Celsius Râs Mohammed, die fast vegetationslose, aus Korallenkalk bestehende Südspitze der Halbinsel erreicht. Man hatte mit Wassermangel zu kämpfen und mußte den Verbrauch dieses edlen Nasses aufs äußerste einschränken. Am 27. April kam man nach „Scherm Moje“, einer Quelle nahe der gleichnamigen Bucht am Akababusen. Langsam ging es nun längs des Gebirges auf der Ostseite der Halbinsel bis Samara, wo Kupferminen sich befinden und wo ein biederer Schwabe Namens Schmolz mit seiner Familie kampiert und den arabischen Arbeitern Kost verabreicht. Die beiden Herren fanden hier aufs beste Aufnahme und Verpflegung und setzten, da das überaus sterile und unsäglich wilde Gebirge fast keine Vegetation zeigte, nach eintägigem Aufenthalte ihre Reise fort. Herr Guyot eilte in Gewaltmärschen voraus, um telegraphisch Erkundigungen über das Befinden seiner Familie einzuziehen, während Herr Kneucker allein mit der Karawane die Halbinsel durchquerte, einen äußerst schwierigen Paß mit den Tieren überschritt und nach viertägigem Marsche wohlbehalten in Tor eintraf, wo ihn Freund Guyot erwartete. Am 7. Mai fuhren die Herren abermals mit einem überfrachteten Pilgerschiff nach Aegypten zurück.

In Suez wurde die botanische Ausbeute nach Europa aufgegeben, während Guyot den größten Teil der entomologischen Ergebnisse behufs späterer Bearbeitung mit sich nach Hélouan nahm. Am 10. Mai besuchte Kneucker das Attaka-Gebirge gegenüber von Suez, indem Herr Konsul Meinecke daselbst ihm einen besonderen Dampfer hierzu zur Verfügung stellte, und am 18. Mai konnte er endlich mit einem russischen Dampfer von Port Said aus nach Jaffa abreisen. An Bord dieses Dampfers traf er mit dem am 31. Mai in Jerusalem an Dysenterie verstorbenen Oberkonsistorialrat Dr. Fr. v. Braun (Stuttgart) zusammen. Von Jerusalem aus konnte er ergebnisreiche Exkursionen in das Jordangebiet, an das Tote Meer und ins Gebirge

Juda ausführen und später im pflanzenreichen, schön angebauten Libanon nach fünftägiger Reise einen der höchsten Gipfel, den noch teilweise mit Schnee bedeckten Sânnin, besteigen. Außerdem wurden weiter noch Damaskus, Balbeck, die weinreiche Insel Samos, Smyrna und Konstantinopel besucht, und am 26. Juni traf Herr Kneucker nach vierundeinhalbmonatlicher Abwesenheit wieder gesund und mit reicher botanischer Ausbeute in Karlsruhe ein.

Da die wissenschaftlichen Ergebnisse erst aus der Bearbeitung des mitgebrachten Materials resultieren, so kann hierüber erst später berichtet werden. Diese vorläufige Mitteilung hatte zunächst nur den Zweck, in aller Kürze den Verlauf der ziemlich strapaziösen und an Entbehrungen, aber auch an interessanten Erlebnissen und an naturwissenschaftlicher Ausbeute reichen Reise zu schildern.

617. Sitzung am 28. Oktober 1904.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend zahlreiche Gäste.

Neu angemeldete Mitglieder: die Herren Privatier Friedrich Deimling, Fabrikant Grund, Privatdozent Dr. Hamel, Fabrikant Oehmichen.

Im großen Hörsal für Chemie der Technischen Hochschule berichtete Herr Geheimerat Dr. Engler über den neuesten Stand der Radiumfrage. Nach einem kurzen Rückblick auf die merkwürdigen Eigenschaften dieses Stoffes, unter denen die Ausstrahlung von Energie in Form von Wärme, ferner drei Arten elektrischer Strahlen und einer gasartigen Emanation, also einer stofflichen Strahlung, die charakteristischsten sind, wurde insbesondere die Frage nach der Ursache und der Quelle dieser Ausstrahlungen erörtert und dabei die wahrscheinliche Richtigkeit der Ansicht Rutherfords begründet, wonach dieselben auf eine atomare Desintegration, d. h. eine innere Umsetzung der kleinsten Teilchen der Substanz des Radiums zurückzuführen sind. Von der tiefgreifendsten Bedeutung für die Grundanschauungen der Chemie ist die Wahrnehmung Ramsays, daß die Emanation des Radiums teilweise in Helium, ein anderes zuerst auf der Sonne entdecktes Element, übergeht, weil dadurch die zusammengesetzte Natur eines Elementes und damit wahrscheinlich auch der übrigen Elemente nachzuweisen ist und in der Folge die bisherige Atom-

theorie sich nicht mehr halten läßt. Man nimmt an, daß etwa 14 strahlende Stoffe der Gruppe des Radiums existieren, von denen schon eine ganze Anzahl (Polonium, Actinium, Emanium u. a.) bekannt ist. Die Emanation des Radiums schlägt sich auf anderen Stoffen, so in Wasser, Erde, Schlamm usw. nieder und teilt sich auch der Luft mit, wodurch diese „radioaktiv" werden, ohne eigentliches Radium zu enthalten. Ob sich die Hoffnungen auf die heilkräftigen Wirkungen des Radiums und der radioaktiven Stoffe, die man insbesondere gegen Hautkrankheiten, Krebs, Lupus usw. zu verwerten trachtet, bestätigen, müssen erst weitere Erfahrungen zeigen. Ohne Zweifel besitzt aber das Radium stark bakterientötende Wirkung. Mit einer kleinen Menge Radium führte Vortragender eine Reihe von Versuchen durch, die u. a. zeigten, wie die Strahlen desselben, die verschiedensten festen Stoffe, wie z. B. Holz, Metallbleche, Leder, Kleiderstoffe, durchdringen. In einem späteren Vortrage wird über die von Blondlot entdeckten, von fast allen Lichtquellen ausgehenden unsichtbaren n-Strahlen, die auch von allen Lebewesen und insbesondere auch vom menschlichen Körper ausgeschickt werden, berichtet werden.

618. Sitzung am 11. November 1904.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 43 Mitglieder.

Neu angemeldete Mitglieder die Herren: Reichsbankassessor Clement, Bezirksarzt Dr. Eberle, Bankdirektor Galette, Prof. Orsinger, Forstpraktikant Wimmer.

Der Vorsitzende teilte mit, daß die Deutsche Kolonialgesellschaft, Abteilung Karlsruhe, die Mitglieder des Vereins nebst Angehörigen zu einem Vortrag eingeladen hätte, den Herr Müllendorff über „Südwestafrika zur Zeit des Herero-Aufstandes" halten werde.

Herr Prof. Dr. Schultheiss sprach sodann über „Meteorologisches vom ostasiatischen Kriegsschauplatz". Zu Beginn seines Vortrages gab der Redner einen kurzen Abriß der Geschichte der meteorologischen Bestrebungen in den beiden zurzeit Krieg führenden Ländern. In Rußland ist ein meteorologisches Zentralinstitut bereits im Jahre 1849 gegründet worden, während die ersten von einem Japaner angestellten Witterungsaufzeichnungen

erst aus dem Jahre 1872 stammen. Sowohl das russische, als das japanische im Jahre 1887 gegründete Institut haben überaus rührig gearbeitet, so daß die klimatischen Verhältnisse Ostasiens recht genau bekannt sind. Unter Zugrundlage des von Wild, dem früheren Direktor des Physikalischen Zentralobservatoriums in Pawlowsk im Jahre 1881 herausgegebenen Werkes, die Temperaturverhältnisse des russischen Reiches, gab der Redner sodann eine Darstellung der klimatischen Verhältnisse der Mandschurei und zum Vergleich jener von Rußland und Japan. Während in der südlichen Mandschurei der Sommer entsprechend der geographischen Breite, welche jener von Unteritalien gleichkommt, sehr heiß ist — im Durchschnitt etwa 5 Grad heißer als in der Rheinebene — ist der Winter überaus kalt, weil aus dem über Ostsibirien gelegenen Kältegebiet, in dem die mittlere Januartemperatur unter −48 Grad Celsius herabgeht, beständig Winde gegen das japanische Meer wehen. Bereits Ende Oktober beginnen die Frostnächte, im November tritt der Winter seine Herrschaft an und behält sie bis zum März. Die Mitteltemperatur von Mukden, das gleiche geographische Breite mit Neapel hat, beträgt im November bereits —5 Grad, im Dezember —12,5 Grad, im Januar —16 Grad und im Februar noch —1 Grad. Im Januar 1871 hatte Karlsruhe nur —3,9 Grad, im kältesten Monat im Dezember 1879, —8,6 Grad. Selbst nach der kältesten Nacht kann es vorkommen, daß am Tag die Sonne lästig wird. Japan hat dagegen einen sehr milden Winter, da dort mit Ausnahme von Jeddo und des Nordens von Hondsu in keinem Monat die Mitteltemperatur unter 0 Grad herabgeht; Tokio hat z. B. im Januar noch eine solche von rund 3 Grad. Frost kommt dort wohl auch vor, doch tritt er nur mäßig auf und hält nicht lange an. Auf dem Kriegsschauplatz finden die Russen in schroffem Gegensatz zu den Japanern klimatische Verhältnisse vor, welche von denen der Heimat nicht viel verschieden sind.

Im Anschluß daran besprach der Redner die von General Kuropatkin an den Zaren gerichtete Depesche, in der die nach der Schlacht bei Liaujong eingetretenen Regenfälle auf den starken Kanonendonner zurückgeführt wurden. Daß es nach großen Schlachten ausgiebig regnet, ist schon oft behauptet worden, man kann aber dagegen anführen, daß man nicht wenige Schlachten kennt, nach denen kein Regen gefallen ist. Nach unseren physi-

kalischen Kenntnissen ist es auch nicht denkbar, daß starke Erschütterungen den Wasserdampf der Luft zur Kondensation bringen; diese kann nur durch Abkühlung bewirkt werden. Die Amerikaner haben diese Frage praktisch zu lösen versucht. Man hat nämlich im Jahre 1891 an drei verschiedenen Orten in den fast regenlosen Gebieten von Texas und Arizona durch starke Explosionen Regen erzeugen wollen, trotz Aufwendung von ungefähr 100000 M. aber ohne jeden Erfolg.

Auf eine Anregung aus der Versammlung hin, ließ sich der Vortragende noch darüber aus, ob, wie jüngst behauptet wurde, ein Zusammenhang zwischen Erdbeben und Regenfall bestünde: ohne eingehende statistische Untersuchungen läßt sich diese Frage nicht beantworten, doch ist es recht unwahrscheinlich, daß ein unmittelbarer Zusammenhang besteht.

An der sich an den Vortrag anschließenden Besprechung beteiligten sich außer dem Redner die Herren Engler, Haid, Rehbock und Troß.

Herr Prof. Leutz legte den ersten Registrierbogen des für die Durlacher Erdbebenstation bestimmten Horizontalpendels, das vorläufig im Kellergeschoß des Aulabaues der Technischen Hochschule aufgestellt ist, vor; nach den Aufzeichnungen hat es den Anschein, als ob in den Morgenstunden des 5. November leichte Erderschütterungen vorgekommen seien.

Hierauf teilte Herr Geh. Rat Engler mit, daß nach einem neuestens in Oxford aufgefundenen Dokument die Herstellung von Geschützen schon 1326 bekannt gewesen sei. Die der bezüglichen Mitteilung beigefügte Zeichnung dieses ältesten bekannten Geschützes zeigte eine birnförmige Flasche („Büchse") mit Zündloch und fest aufgesetztem Stopfen, in Gestalt eines Pfeiles, zum Abschießen. Schon lange vor der angeblichen Entdeckung des Pulvers durch Berthold Schwarz, 1340, und der ersten Anwendung durch die Engländer in der Schlacht bei Crécy, 1346, waren sonach Geschütze bekannt. Kanonen wurden auch schon bei der Verteidigung von Cambray, 1342, verwendet, und Töpfe zum Schießen kennt man notorisch bereits 1338 in Rouen. Die Engländer haben die Kenntnis der Verwendung von Geschützen wahrscheinlich deutschen Soldaten zu verdanken, und speziell Freiburg i. B. war zu Anfang des 15. Jahrhunderts für andere Städte, z. B. Basel und Straßburg im Geschützwesen vorbildlich. Das

Pulver selbst kannte man schon in früheren Zeiten, z. B. als „griechisches Feuer", auch nach einer Vorschrift seiner Bereitung nach Marcus Gräcus aus dem 13. Jahrhundert, doch war seine Verwendung zum Schießen im Jahre 1313 noch nicht bekannt; diese Entdeckung liegt sonach in der Zeit zwischen 1313 und 1326.

619. Sitzung am 25. November 1904.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 34 Mitglieder.

Herr Privatdozent Dr. Auerbach sprach über das Thema: „Seltene Tiere des Großh. Naturalienkabinetts und neue Präpariermethoden". Nach einer kurzen einleitenden Schilderung der Aufstellungsart der zoologischen Sammlungen des Naturalienkabinetts ging der Vortragende dazu über, eine Reihe seltener und interessanter Säugetiere und Vögel, die dort zur Schau gestellt sind, zu besprechen. Anknüpfend an die Betrachtung der schönen, von Herrn C. G. Schillings geschenkten Kilima-Ndscharo-Giraffe wurde dargetan, wie die modernen Zoologen heute eine ganze Reihe verschiedener geographischer Formen jener merkwürdigen Tiere unterscheiden. An der Hand von teils ausgestopften Tieren, teils von Schädeln, Geweihen und Zeichnungen wurden dann die Unterschiede der alt- und neuweltlichen Hirscharten, sowie deren verschiedene Geweihbildung im Zusammenhang mit der Ausbildung der Eckzähne besprochen. — Durch reiche Schenkungen sind die Sammlungen des Naturalienkabinetts in Stand gesetzt, ihren Besuchern einen großen Teil der so sehr interessanten tibetanischen, ostchinesischen und japanischen Säugetierwelt in vorzüglich präparierten Exemplaren vor Augen zu führen.

Auch an Vögeln weist das Kabinett eine ganze Reihe hochinteressanter Formen auf. Der Vortragende beschränkte sich auf die Demonstration von drei ganz besonders beachtenswerten Tieren, nämlich der fast ausgestorbenen, sehr seltenen Zahntaube von Samoa, und des Nestor- und Eulenpapagais von Neuseeland. Ersterer ist ja besonders dadurch bekannt geworden, daß er teilweise sich zum Raubvogel ausbildete, indem er den auf den Inseln neu eingeführten Schafen große Stücke Fleisch aus dem Körper riß und sie oft sogar dadurch tötete.

Den Schluß des Vortrages bildete endlich eine eingehende Schilderung der Methoden, nach denen heutzutage jene schönen

Präparate hergestellt werden, die vom lebenden Tiere fast nicht mehr zu unterscheiden sind. Die im Großh. Naturalienkabinett angewandte Methode besteht im wesentlichen darin, daß zuerst unter Benützung von Torfstücken ein genaues Modell des Tieres hergestellt und daß dann die ganz dünn geschabte Haut darüber gezogen wird.

An der Besprechung beteiligten sich die Herren Engler und Heß.

620. Sitzung am 9. Dezember 1904.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 44 Mitglieder.
Neu angemeldete Mitglieder: die Herren Bergmeister Naumann, Assistent für Physik an der Technischen Hochschule Weber.

Der Vorsitzende legte das erste Exemplar des nunmehr erschienenen 17. Bandes der Vereinsverhandlungen vor.

Herr Geh. Hofrat Dr. Lehmann hielt sodann einen Vortrag über: „Magnetokathodenstrahlen".

Die Magnetokathodenstrahlen, die neuesten unter den neuen Strahlen, sind bereits von Plücker und Hittorf vor fünfzig Jahren beobachtet, aber bisher stets mit den gewöhnlichen Kathodenstrahlen zusammengeworfen worden. Zur klaren Erkenntnis der Verschiedenheit beider Strahlenarten führte erst der weitere Ausbau der Entladungstheorie. Man kann mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen, daß gewöhnliche Kathodenstrahlen nichts anderes sind, als die Bahnen masseloser elektrischer Teilchen (negativer Elektronen), welche mit außerordentlich großer Geschwindigkeit (bis zu 100000000 Meter pro Sekunde) von der Kathode fortgetrieben werden. Ihre Ladung beträgt 0,2 Trilliontel Coulomb, ihre auf Selbstinduktion beruhende Trägheit (scheinbare Masse), ist gleich der einer wägbaren Masse von 2,5 Quinquilliontel Kilogramm. Im magnetischen Feld erleiden sie eine Ablenkung von ihrer Bahn und suchen sich in Form von Spiralen um die Kraftlinien herumzuwickeln, um so enger, je größer die Feldstärke. Sobald nun aber letztere über einen bestimmten „kritischen" Wert steigt, erfolgt plötzlich ein beträchtlicher „Spannungssturz", d. h. die Spannungsdifferenz der Elektroden sinkt auf etwa ein Zehntel ihres vorigen Wertes und wird unzureichend zur Erzeugung von gewöhnlichen Kathodenstrahlen. Die Stromstärke wächst nun bedeutend an und an Stelle der Kathodenstrahlen erscheinen die

Magnetokathodenstrahlen, die genau dem Lauf der Kraftlinien folgen. Sie erregen da, wo sie das Glas treffen, nicht wie Kathodenstrahlen Fluoreszenz, dagegen beträchtliche Wärme, eventuell bis zum Schmelzen des Glases. Sie führen auch nicht wie die gewöhnlichen Kathodenstrahlen der getroffenen Stelle negative Elektrizität zu, hinterlassen aber dort einen dünnen Beschlag aus dem Stoff der Kathode. Je mehr das Feld wächst, um so größer wird ihre Länge; sie werden durch die magnetische Kraft gewissermaßen aus der Kathode herausgezogen, nicht wie die Kathodenstrahlteilchen durch die elektrische Kraft fortgestoßen. Von einem elektrischen Körper werden sie nicht angezogen oder abgestoßen wie Kathodenstrahlen, sondern seitwärts getrieben in der einen oder entgegengesetzten Richtung, je nach dem Sinn der Magnetisierung und dem des elektrischen Feldes. Sie verhalten sich also einem elektrischen Körper gegenüber ähnlich wie Kathodenstrahlen gegenüber einem Magneten. Ihr Verhalten im magnetischen Felde wurde schon seit Jahren von dem Vortragenden, dem es gelang, Strahlen bis zu 3 m Länge zu erhalten, studiert und vielfach beschrieben. Mehrere bildliche Darstellungen findet man in der neuesten Auflage zu Meyers Konversationslexikon auf der Tafel zum Artikel „Elektrische Entladungen". (Fig. 7, 15, 17 und 18). Der Name Magnetokathodenstrahlen wurde den Strahlen erst in diesem Jahre von dem französischen Physiker Villard gegeben, dem man speziell die Kenntnis ihres Verhaltens im elektrischen Felde verdankt. Vielleicht kann man sich die Strahlen vorstellen als rotierende Paare von positiven und negativen Teilen, die nicht durch die elektrische, sondern durch die magnetische Kraft fortbewegt werden. Vorläufig begegnet indes diese Deutung großen Schwierigkeiten. Möglicherweise ist Zurückführung auf bekannte Gesetze überhaupt unmöglich, es liegt vielmehr eine völlig neue Wirkung elektrischer Kräfte vor.

621. Sitzung am 23. Dezember 1904.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 13 Mitglieder.

Herr Prof. Dr. Schultheiss sprach zuerst über die Bemühungen, die Wärmeverhältnisse des Winters im voraus zu bestimmen. Die bekannteste Theorie ist jene von Habicht, nach welcher die an der Ostküste Grönlands auftretenden Eismassen

die Witterung Europas beeinflussen sollen. Tritt dort das Eis in großer Menge auf, so soll es durch Abkühlung der unteren Luftschichten ein barometrisches Maximum erzeugen und dieses soll die im allgemeinen dem Golfstrom folgenden Minima veranlassen, ihre Bahn mehr nach Osten zu verlegen und durch Europa mit warmer ozeanischer Luft zu überfluten. Tritt dagegen wenig Eis an der grönländischen Küste auf, so sollen die Depressionen eine mehr westwärts gelegene Bahn einschlagen und das barometrische Maximum, das im Winter über dem asiatischen Kontinent liegt, kann sich westwärts ausdehnen; der Winter wird dann kalt. Gegen die Richtigkeit dieser Theorie spricht der Umstand, daß die Ausbildung der barometrischen Maxima nicht in thermischen Ursachen gesucht werden darf; sie sind entgegengesetzt den früheren Anschauungen nicht kalt, sondern warm, weil sich in ihnen die Luft langsam senkt und sich dadurch erwärmt; die Ausstrahlungskälte, welche in den Maximis entsteht, ist nur in den untersten Luftschichten zu finden.

Hellmann hat untersucht, ob die Witterungsverhältnisse von Winter und Sommer in einem Zusammenhang stehen und er hat gefunden, daß auf einen sehr kalten Winter mit Vorliebe ein kühler, auf einen sehr warmen Winter auch ein warmer Sommer folge. War der Sommer sehr warm, so stellt sich darnach häufig ein strenger Winter ein, während, wenn der Sommer mäßig warm gewesen war, der Winter mild werde.

Fußend auf Vorarbeiten von Pettersson hat Meinardus ermittelt, daß, wenn im Spätherbst und Winteranfang die Luftdruckunterschiede Europa-Island groß sind, dann auch ziemlich oft die Temperatur von Golfstrom und Luft an der mittelnorwegischen Küste höher als sonst und daß merkwürdigerweise die Witterung in Norddeutschland 2 bis 3 Monate später, also im Nachwinter mild ist; einem geringen Luftdruckunterschied entspricht mit einer Wahrscheinlichkeit von etwa 0,8 eine geringe Luftwärme in Norwegen und ein strenger Nachwinter.

Nach den Untersuchungen von Hellmann würde sich ergeben, daß der diesjährige Winter wahrscheinlich in den beiden ersten Monaten ziemlich mild, im letzten dagegen kalt werde.

Herr Maschineninspektor Joos teilte dann hieran als Kuriosum den Inhalt einer Patentschrift über eine Dynamomaschine mit rotierenden Polen mit, die nach den Angaben des unge-

nannten Erfinders einen Nutzeffekt von 1200 Prozent ergeben solle, ein Beweis, daß die Lehre von der Erhaltung der Energie noch nicht überall durchgedrungen sei.

Zum Schluß besprach Herr Geheimerat Dr. Engler den derzeitigen Stand der Frage nach der Entstehung des Petroleums. Die neuerdings auch von Sabatier und Senderens vertretene Theorie von Moissan, wonach das Petroleum durch Einwirkung von Wasser auf Metallkarbide und Metalle des Erdkerns entstanden sein soll, ist unhaltbar, weil dadurch — abgesehen von gewichtigen geologischen Bedenken — das Fehlen von Wasserstoff in den Petroleumgasen und das Vorhandensein von stickstoffhaltigen Basen im natürlichen Petroleum nicht erklärt werden kann. Beides schließt die Bildung aus Metallkarbiden vielmehr aus. Dagegen hat die vom Vortragenden schon früher vertretene und experimentell begründete Hypothese der Bildung aus Fettresten untergegangener Lebewesen durch den neuerlichen Befund Prof. Potoniés in Berlin eine wichtige Stütze erhalten, wonach der sog. Faulschlamm oder Seeschlick des Ahlbecker Seegrundes bei Stettin, welcher durch Druckdestillation leicht in Petroleum übergeht, die Fettreste tierischer und pflanzlicher Gebilde darstellt. Auch gelang es im hiesigen Laboratorium, das Fett eines von Prof. Potonié eingesandten Algenschlammes aus dem Wannsee bei Potsdam in Petroleum umzuwandeln. Verfaulen die tierischen und pflanzlichen Reste unter Zurücklassung der notorisch sehr beständigen Fette und gehen diese durch Überlagerung anderen Schlammes in sedimentäre Schichten über, so kann bei Druck und Wärme daraus Petroleum entstehen.

622. Sitzung am 13. Januar 1905.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 72 Mitglieder.

Der Vorsitzende begrüßte bei Eröffnung der Sitzung Seine Königliche Hoheit den Erbgroßherzog, wobei er ihm den ehrerbietigsten Dank des Vereins für sein Erscheinen und das damit bekundete Interesse an den Bestrebungen des Vereins aussprach; Seine Königliche Hoheit dankte für die Begrüßung und gab seiner Freude darüber, daß es ihm vergönnt sei, an den Sitzungen des Vereins teilnehmen zu können, Ausdruck. Der Vorsitzende bewillkommnete sodann den als Gast anwesenden Bürgermeister der

Nachbarstadt Durlach, Herrn Reichardt, und sprach ihm den Dank des Vereins für seine tatkräftige Unterstützung bei dem Ausbau der Erdbebenstation aus, welche auf Durlacher Gemarkung am Fuße des Turmbergs erstellt worden ist, und er gedachte schließlich mit pietätvollen Worten des verstorbenen Ehepaares Bohm, dessen letztwilligen Verfügungen der Verein die reichen Mittel zur Errichtung zweier Erdbebenstationen gewährt haben.

Herr Geh. Hofrat Dr. Haid hielt sodann den angekündigten Vortrag über „Die Erdbebenstation in Durlach und ihre Einrichtung". Nach einem kurzen Rückblick über den gegenwärtigen Stand der Erdbebenkunde und über v. Rebeurs Bestrebungen, denen der hiesige Verein in ihren ersten Anfängen nahestand, behandelte der Vortragende den Gang der Erdbebenwellen durch den Erdkörper sowie entlang seiner Oberfläche und wies auf die Störungen hin, welche die Wellen bei ihrem Durchgang durch die geschichteten Bildungen der festen Erdkruste erleiden. Es wurde weiter dargelegt, wie durch zahlreiche Beobachtungen eines Erdbebens an der Erdoberfläche Aufschluß über die physikalische Beschaffenheit des Erdinnern erlangt werden kann. Hierzu ist der Zusammenschluß der bezüglichen Arbeiten aller Kulturvölker nötig. Letzterer soll durch die internationale staatliche Vereinigung mit dem Zentralbureau in Straßburg i. E. erreicht werden. Auch für das Deutsche Reich ist eine Organisation geschaffen, und sind in den meisten deutschen Staaten bereits Stationen zur Beobachtung der Erdbeben errichtet oder ist deren Errichtung im Gang. Außer den auf der Heidelberger Sternwarte angestellten diesbezüglichen Beobachtungen sollen vom naturwissenschaftlichen Verein in Durlach und in Freiburg Beobachtungsstationen erstellt werden. An diesen beiden Orten werden gleichartige Instrumente, Horizontalpendel nach Konstruktion von Prof. Hecker in Potsdam, zur Aufstellung gelangen. Der Vortragende erklärte an dem einen bereits gelieferten Apparate, welcher im Saale aufgestellt war, die Wirkungsweise der Pendel und die photographische Aufzeichnung ihrer Bewegungen, woraus man die Phasen eines Erdbebens und die Zeiten ihres Eintretens erkennen kann. So konnten schon aus der bislang provisorischen Aufstellung im Aulagebäude der Technischen Hochschule die Registrierung zweier Erdbeben, das eine am 6. November 1904 von der Insel Formosa und das andere mit drei

ßen am 9. Januar von der andalusischen Küste gezeigt werden, ner auch die Registrierung der Bodenbewegungen infolge des rmes am 5. Dezember und infolge des Temperatursturzes in r Neujahrsnacht, sowie auch jene infolge einer von Herrn Geheimerat Dr. Engler veranlaßten Explosion im Hofe des Polytechnikums. An Hand von Plänen wurde die bereits fertige bauliche Einrichtung der Durlacher Station in einem unterirdischen Gang im Turmberg besprochen.

Nach dem Vortrag dankte der Vorsitzende dem Redner sowohl für seine Ausführungen, als auch für seine erfolgreiche Tätigkeit an der Spitze der Erdbebenstation des Vereins und er gedachte noch besonders der Verdienste des Herrn Professor Leutz, der sich der mühevollen Arbeit der Instandsetzung der schwierig zu behandelnden Apparate unterzogen hat und er gab der Hoffnung Ausdruck, daß die Großh. Regierung die Bestrebungen des Vereins durch Gewährung von Mitteln für die Unterhaltung der Stationen, für welche das Bohmsche Vermächtnis nicht mehr ausreiche, unterstützen werde, wobei er auf das Beispiel Preußens, das ausschließlich aus Staatsmitteln vier Erdbebenstationen errichtete, hinwies.

623. Sitzung am 20. Januar 1905.

Gemeinsam mit der Chemischen Gesellschaft.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler.

Neu angemeldete Mitglieder: die Herren Referendär Herm. Bartning, Stabsveterinär Scholtz.

Im großen Hörsaal für Chemie der Technischen Hochschule sprach Herr Hofrat Dr. Nötling aus Tübingen über: „Das Petroleum von Birma“.

Das Bestreben, der übermächtigen Konkurrenz der amerikanischen Petroleumproduktion die Wage zu halten, hat in den letzten zwei Jahrzehnten eine eifrige Tätigkeit im Aufsuchen neuer Petroleumfelder zur Folge gehabt. Da Amerika von selbst ausschied und Afrika sowie Australien aus geologischen Gründen nicht in Betracht kamen, so erstreckte sich diese Tätigkeit wesentlich über den asiatischen Kontinent, wobei die Existenz einer großen Öllinie, die sich von Japan über Borneo, Java, Sumatra, Birma, Indien, Beluchistan, Persien nach dem Kaukasus

hinzieht und schließlich in Galizien endigt, nachgewiesen wurde. Auf dieser ganzen Linie treten zwei Züge scharf und deutlich hervor: das Petroleum ist stets an Schichten cretaceischen meist aber tertiären Alters gebunden, und die einzelnen Vorkommnisse stehen im engsten Zusammenhang mit dem Bau der großen Faltengebirge.

Ein Glied dieser großen Kette sind die birmanischen Petroleumfelder, welche der Vortragende eingehend schilderte. In Birma tritt Petroleum stets in Schichten von miocänem Alter auf, und zwar immer da, wo diese durch Faltungen zu Antiklinalen von ganz bestimmter Tektonik emporgewölbt sind. In Birma ließen sich eine ganze Reihe von Vorkommen nachweisen, welche sich im allgemeinen in zwei Linien, eine östlich, die andere westlich des Arrakan-Yoma anordnen.

Vortragender schilderte die Hauptvorkommen im einzelnen und erwähnte bei der Besprechung der sog. Schlammvulkane von Minbu, daß diese Erscheinungen, die in ihrer äußeren Form den echten Vulkanen allerdings sehr ähnlich sind, tatsächlich aber mit dem Vulkanismus nicht das Geringste zu tun haben, als eine Folge des Gasdruckes der darunter lagernden petroleumführenden Schichten aufzufassen sind.

Die Ausbeutung der Petroleumfelder in Birma, speziell derjenigen von Yenangyoung ist eine sehr alte; dieselbe wurde früher sehr intensiv von den Eingeborenen betrieben, welche das Petroleum in eigenartigen Brunnen, deren Bau und Konstruktion eingehender geschildert wird, gewonnen haben. Seitdem sich jedoch europäischer Unternehmergeist der Gewinnung des Petroleums bemächtigt hat, verschwinden die alten seichten Brunnen und an ihre Stelle tritt das Bohrloch. Trotzdem sich die Produktion infolge dessen ungemein gehoben hat, so meint Vortragender, daß Birma doch niemals einen fühlbaren Einfluß auf dem Weltmarkte gewinnen werde, denn heute, nach mehr als zwanzigjähriger Arbeit, ist die Jahresproduktion von ganz Birma doch nur noch gerade so groß wie die Wochenproduktion von Baku.

Zum Schlusse bespricht Vortragender die Theorien über die Bildung des Petroleums und er stellt sich hierbei vollständig auf den Boden der Englerschen Theorie, nämlich, daß das Petroleum unter Einwirkung von Druck und Wärme aus tierischem Fett entstanden sei. Für die Richtigkeit der Englerschen Theorie

führt Vortragender eine ganze Reihe von Beobachtungen an, und er schloß mit den Worten: in den birmanischen Petroleumfeldern ist durch die Fossilien die ehemalige Existenz einer enormen Masse organischer Substanz erwiesen, die Gebirgsstellung, entstanden durch Senkung einer großen Erdscholle, lieferte den nötigen Druck und die entsprechend erhöhte Temperatur, kurz, jene Faktoren, welche nötig waren, die vorhandene organische Fettsubstanz in Petroleum umzuwandeln.

Der Vortragende führte sodann eine Reihe selbstaufgenommener Photographien der birmanischen Fundstellen des Petroleums, der von den Eingeborenen erbauten primitiven Einrichtung zur Gewinnung des Erdöls und der Schlammvulkane in Lichtbildern vor und er schloß daran mehrere prächtige Landschaftsbilder aus Beludschistan.

Herr Geheimerat Dr. Engler zeigte darauf eine Flasche flüssiger Luft vor und führte damit eine Reihe von Experimenten aus.

624. Sitzung am 3. Februar 1905.

Vorsitzender Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 20 Mitglieder.

Herr Dr. Wilser aus Heidelberg hielt einen Vortrag über: „Altgermanische Zeitrechnung", der unter den Abhandlungen dieses Bandes zum Abdruck gebracht ist.

In der sich daran knüpfenden Besprechung wies Herr Geheimerat Dr. Engler darauf hin, daß man sich bei aller Anerkennung der kulturellen Leistungen nordischer Völker gegenwärtig halten müßte, wie eine ganze Reihe der wichtigsten Entdeckungen auf dem Gebiete der Naturwissenschaften so insbesondere der Astronomie und der Chemie nach Assyrien und Ägypten verlegt werden müßten. Auch hinsichtlich der griechischen Philosophie und Kunst komme man immer mehr zu der Überzeugung, daß sie aus jener der orientalischen Völker hervorgegangen sei.

625. Sitzung am 17. Februar 1905.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 64 Mitglieder.

Neu angemeldetes Mitglied: Herr Oberstleutnant a. D. Fr. Schuster.

Herr Prof. Le Blanc hielt einen Vortrag über: „Amerikanische Reiseeindrücke", der unter den Abhandlungen dieses Bandes zum Abdruck gebracht ist.

626. Sitzung am 3. März 1905.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend viele Gäste.

In der Sitzung im großen Hörsaal für Chemie der Technischen Hochschule, welcher Seine Königliche Hoheit der Erbgroßherzog anwohnte, berichtete Herr Geh. Hofrat Prof. Haid über den im September 1904 in den Vereinigten Staaten tagenden 8. internationalen Geographenkongreß. Dieser wurde in Washington eröffnet, begab sich dann nach Philadelphia, hielt Sitzungen in New-York, machte Exkursionen auf dem Hudson und nach dem Niagarafall und tagte in Chicago und St. Louis. Aus der großen Anzahl von Vorträgen wies der Vortragende insbesondere auf den sich entwickelnden Wechsel in der Anschauung über die Entstehung der Gebirge durch vertikale Erhebung hin. Die hoch über das Meeresniveau erhobenen Plateaus werden durch die Wirkung des rinnenden Wassers, der sogenannten Erosion, zerschnitten, aufgelöst und schließlich abgetragen. Die fast ebenen Abtragungsflächen, die Rumpfebenen, werden Peneplaine genannt. Eine neue Hebung kann die Rumpfebenen wieder in ein Plateau verwandeln und der Prozeß der Erosion und Einebnung kann von neuem beginnen. Nicht nur in Amerika, auch in Asien operieren amerikanische Forscher mit solchen Peneplaines. In den südlichen Karpathen will man die gleiche Erscheinung erkannt haben, und ebenso soll die letzte Erhebung der Alpen durch eine vertikale Krustenbewegung bedingt sein. Auch die Eruptionen auf den Antillen bildeten wiederholt Gegenstand der Verhandlungen des Geographentages. Unter anderem erwähnte der Vortragende auch den Bericht des Prof. Bauer, des Vorstands des Carnegie-Instituts für Erdmagnetismus, über die erdmagnetischen Störungen, die bei den Ausbrüchen des Mont Pélée fast gleichzeitig auf 28 Observatorien rings um die Erde beobachtet worden sind. Unterstützt von zahlreichen Lichtbildern, schilderte dann der Vortragende die an den Kongreß sich anschließende Reise nach dem Grand Canyon des Colorado, den Besuch von Indianerdörfern und des versteinerten Waldes in Arizona, sowie den durch Wolkenbrüche veranlaßten Aufenthalt in der überschwemmten Wüste und die Fahrt über El Paso und Queretaro nach Mexiko und Orisaba und zurück über Laredo, durch Texas und das Indianerterritorium nach St. Louis.

627. Sitzung am 17. März 1905.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 28 Mitglieder.

Neu angemeldetes Mitglied: Herr Dr. Buchmüller, prakt. Arzt.

Seminarlehrer Dr. Lay berichtete über seine experimentell-pädagogischen Untersuchungen über: „Anschauungs- und Gedächtnistypen“, zeigte ihre praktische Bedeutung und gab zum Schluß einen Überblick über die Entwicklung und den gegenwärtigen Stand der experimentellen Pädagogik, einer neuen wissenschaftlichen Disziplin, die im Verlaufe des letzten Jahrzehnts geschaffen wurde. — Gibt es bei den Schülern bestimmte Anschauungs- und Gedächtnistypen, d. h. gibt es Schüler, bei denen 1. im sprachlichen Unterricht und 2. im Sachunterricht die Gesichtsvorstellungen oder die Gehörsvorstellungen oder die Bewegungsvorstellungen die Hauptrolle spielen, im Vordergrunde des Bewußtseins stehen? Zu dieser Frage gelangte Dr. Lay auf Grund hirnanatomischer und -physiologischer Tatsachen (Lokalisationstheorie) und gewisser Beobachtungen und Ergebnisse seiner experimentellen Untersuchungen über die Psychologie des Rechtschreibens und der Zahlvorstellungen. An der Hand von Zeichnungen wurde an einem konkreten Beispiel die Entstehung der sachlichen und der sprachlichen Anschauung und Vorstellung als einer zusammengesetzten physiologischen Einheit gezeigt. Hierauf wurde ein Einblick in die Durchführung der Versuche im einzelnen gegeben. (Näheres in: Lay, Experimentelle Didaktik. Nemnich, Wiesbaden 1903.) Durch diese Versuche wurde unter anderem festgestellt: 1. Es gibt sowohl auf dem sprachlichen als auch auf dem sachlichen Gebiete einen optischen, akustischen, motorischen und gemischten Anschauungs- und Gedächtnistypus. 2. Weniger als ein Drittel bis gegen die Hälfte der Schüler der Klassen sind Hörer, die anderen Seher. Über die Hälfte jeder Klasse ist schreibmotorisch; alle Schüler sind sprechmotorisch. 3. Es gibt Wortedenker (Formalisten) und Sachdenker (Realisten). Diese Resultate fanden Bestätigung durch eine Untersuchung von Prof. Dr. Netschajeff, Direktor des pädagogisch-psych. Laboratoriums in St. Petersburg. — Es folgten nun einige Hinweise auf die praktische Bedeutung der Versuchsresultate: die Anschauungs- und Gedächtnistypen machen einen Teil der Begabung aus. Viele pädagogische und andere wissenschaftliche Streitfragen finden ihre Erklärung und Lösung durch die nachgewiesenen Tatsachen.

Lehrer, welche sich um diese und andere Resultate der exp. Pädagogik nicht bekümmern, müssen Schüler vielfach verkennen und vergewaltigen, wie es Gauß, Darwin, Liebig, Helmholtz, Frommel, Gerh. Hauptmann und Männer aus allen Gesellschaftsschichten als Schüler erfahren haben. Man darf annehmen, daß viele Philologen Akustiker sind und nicht selten die optisch veranlagten Schüler und die Sachkenner verkennen. Der fremdsprachliche Unterricht, insbesondere die direkte Methode, verstößt vielfach gegen die Anschauungstypen. Diese Anschauungen sind für die Berufswahl von Bedeutung. — Die experimentelle Forschungsmethode (exakte Beobachtung, Statistik und Experiment) kam zunächst im Interesse der Hygiene und der Kinderpsychologie auf dem Gebiete der Pädagogik zur Anwendung. Dr. Lays Untersuchungen über das Rechtschreiben und die Zahlvorstellungen waren die ersten, welche die Erforschung eines naturgemäßen Lehrverfahrens durch das Experiment anstrebten. Seine Arbeiten wurden vielfach nachgeprüft und bestätigt und z. T. ins Schwedische, Englische, Französische, Russische und Böhmische übersetzt. In den letzten 5 Jahren wurden päd.-psych. Laboratorien gegründet, so in Antwerpen, St. Petersburg, Budapest, Mailand; leider ist Baden und Deutschland noch im Rückstand. Der Leiter des päd.-psych. Laboratoriums an der Universität Zürich, Prof. Dr. Meumann und Dr. Lay, konnten im vorigen Jahr eine internationale Arbeitsgemeinschaft für exp. Pädagogik begründen, in der auch Japan vertreten ist und deren Organ die Zeitschrift „Die experimentelle Pädagogik" ist.

628. Sitzung am 5. Mai 1905.

Vorsitzender: Herr Geh. Hofrat Dr. Lehmann. Anwesend 48 Mitglieder.

Herr Prof. Dr. Klein hielt im großen Hörsaal für Chemie der Techn. Hochschule einen Vortrag über Gehölzeklima und Baumwuchs.

629. Sitzung vom 19. Mai 1905.

Mitglieder-Hauptversammlung.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 33 Mitglieder.
Neu angemeldete Mitglieder: Herr Spezialarzt Dr. Schwab, Hofapotheker Dr. Ströbe.

Vor dem Eintreten in die Tagesordnung teilte der Vorsitzende mit, daß das Ehrenmitglied Exzellenz von Struve, der frühere

langjährige Leiter der Sternwarte in Pulkowa, der seinen Lebensabend in Karlsruhe zugebracht habe, am 14. April gestorben sei, wobei er die hervorragenden wissenschaftlichen Verdienste des Dahingeschiedenen würdigte.

Den Bericht über die Tätigkeit im abgelaufenen Vereinsjahr gab Herr Prof. Schultheiss, der für den noch immer erkrankten Schriftführer dessen Geschäfte besorgt hatte. Nachdem der Kassier seinen Bericht erstattet hatte und ihm Entlastung erteilt worden war, ersuchte der Vorsitzende bei der nunmehr satzungsgemäß vorzunehmenden Vorstandswahl an Stelle des Herrn Prof. Futterer, dessen Genesung in nächster Zeit nicht zu erwarten sei, Herrn Prof. Schultheiss zu wählen. Die Versammlung war damit einverstanden und wählte außerdem den bisherigen Vorstand durch Zuruf wieder.

Herr Dr. Spuler hielt darauf einen Vortrag über den gegenwärtigen Stand der Krebsforschung.

Die Krebskrankheit ist nicht nur bei den Menschen, sondern auch sonst bei den Wirbeltieren verbreitet. Im allgemeinen ist es eine Krankheit der höheren Lebensalter. Nach Sektionsstatistiken sind etwa 15 Proz. der Menschen an Krebs erkrankt. Nicht immer ist der Krebs die Todesursache, wie denn auch etwa 0 Proz. der Krebserkrankungen bei Lebzeiten nicht erkannt würden. — Die Diagnose ist eben oft sehr schwierig und nur durch die mikroskopische Untersuchung festzustellen.

Der Krebs gehört zu der Gruppe der Geschwülste, d. h. Gewebsneubildungen, die aus den verschiedensten Gewebearten des Körpers hervorgehen können, und dann dem Gesamtorganismus gegenüber eine gewisse Selbständigkeit erlangen. — Eine zum Wohle des Individuums dienende Funktion und eine Wachstumsgrenze der Geschwülste läßt sich nicht feststellen.

Die Geschwulstzellen sind im allgemeinen den normalen Körperzellen ähnlich, und zwar den ausgebildetsten, wie den embryonalen; oft trifft man die verschiedenen Entwicklungsstufen in einer Neubildung.

Die Geschwülste wachsen aus sich heraus; aus der Umgebung werden keine eigentlichen Geschwulstzellen aufgenommen, sondern nur Bindegewebe und Blutgefäße.

Wir unterscheiden ein expansives und ein infiltrierendes Wachstum: bei ersterem wächst die Geschwulst mit deutlicher

Oberflächengrenze geschlossen weiter und verdrängt das umgebend
Gewebe, das auf den Druckreiz hin oft eine Hülle um die Ge
schwulste bildet. Beim infiltrierenden Wachstum wuchern di
äußeren Zellen in alle Spalten des umgebenden Gewebes akti
ein. Das umliegende Gewebe wird zur Entzündung und Wuche
rung gereizt. — Wird das von den Geschwulstzellen umwuchert
Gewebe durch Druck usw. zerstört, nennen wir dies zerstörende
(destruierendes) Wachstum. — Beim infiltrierenden Wachstu
findet sich nach obigem keine scharfe Geschwulstgrenze. Gut
artig und bösartig nennt man eine Geschwulst je nach dem Si
und der Art des Wachstums. Eine reine expansiv wachsende
Neubildung kann bösartig sein, wenn lebenswichtige Funktione
durch die Ausdehnung gestört werden. Fast überall kann da
infiltrierende Wachstum als bösartig bezeichnet werden, weil di
Umgebung nicht nur verdrängt, sondern oft auch noch zerstör
wird. Bei operativer Entfernung der Geschwulst können, auc
wenn man weit im Gesunden operiert, doch schon einzelne Zelle
weiter gewuchert sein, und dann Anlaß zu Rückfällen geben.

Beim infiltrierenden Wachstum finden wir häufig, daß di
Geschwulstzellen, durch Blut- und Lymphstrom verschleppt, si
an weiter entfernten Orten ansiedeln und dort eine Gewebsne
bildung hervorrufen — und zwar von derselben Art wie die u
sprüngliche. Es gibt Übergänge von gutartigem zu bösartige
Wachstum. Daß auch mit dem verschiedenen Wachstum
den Geschwulstzellen selbst Änderungen entstehen, ist wohl a
zunehmen, wenn es auch von manchen Seiten bestritten wird.

Der Krebs gehört zu den vom Epithel ausgehenden G
schwülsten; als Epithel bezeichnen wir eine ein- oder meh
schichtige Zellage gleichartiger Zellen ohne Zwischensubstanz, d
Hohlräume auskleidet (wie der Magen-Darmkanal), oder Obe
flächen bedeckt (wie die Haut). — Epithelzellen geraten bei d
Krebsbildung in Wucherung, die sich mehr oder weniger v
dem normalen Wachstum unterscheidet. Zu den nicht infiltriere
wachsenden Epithelneubildungen gehören die einfachen Drüse
geschwülste (Adenome) und die Zottengeschwülste (Papillome). —
Erstere sind den normalen Drüsen sehr ähnlich gebaut, gegen di
infiltrierend wachsenden Krebse sich im Aufbau immer mehr vo
normalen unterscheidend; hiernach, sowie nach dem Ausgangs
gewebe und dem gegenseitigen Mengenverhältnis von Epithel

zellen und Bindegewebe unterscheidet man die verschiedenen Krebsformen. — Sind viel Bindegewebe und wenig Epithelzapfen oder Schläuche vorhanden, so haben wir die harten — langsam wachsenden, weniger bösartigen Formen —; überwiegen die eigentlichen Krebszellen (Epithelzellen), so haben wir die weichen, rasch wachsenden, bösartigen Formen.

Reicht bei raschem Wachstum die Ernährung der Neubildung durch die Blutgefäße nicht aus, so kommt es zur Erweichung und Gewebszerfall: der Krebsgeschwürbildung.

Alle Krebse neigen zur Metastasenbildung, die harten Formen weniger als die weichen, da ja auch hier das langsame oder rasche Wachstum eine Rolle spielt. Der Aufbau der Metastasen ist dem der Ursprungsbildung ähnlich, oft so, daß man aus den Metastasen auf eine ganz bestimmte Krebsart schließen kann. — Die chemische Untersuchung lieferte bis jetzt nichts wichtiges, vor allem fand sich kein Körper, der den körperlichen Verfall der Krebskranken erklärt.

Für viele Geschwülste nimmt man eine angeborene Anlage an und wohl mit Recht für die Mischgeschwülste, einen Teil der Muskel, Nerven- und Bindegewebsgeschwülste. Weiterhin erklärt man sich die Geschwulstbildung entstanden aus Zellen, die durch anormale Wachstumsvorgänge aus dem gewöhnlichen Verband verlagert wurden. — Als Ursache dieser Verlagerungen nimmt man auch Verletzungen an, doch sollen diese — sowie länger dauernde Reizwirkungen (Entzündungen usw.) auch direkt die Zellen zur Wucherung anregen. — Nach der einen Anschauung liegt bei der Krebsentwicklung die erste Ursache im Epithel, nach der anderen soll durch verminderte Widerstandskraft das Bindegewebe dem immer zur Wucherung geneigten Epithel zu sehr nachgeben. — Veränderungen im Bau des Zellprotoplasmas und der Kerne, sowie Anomalien bei der Kernteilung sprechen vielleicht mehr zur Annahme veränderter Epithelzellen.

Diesen Erklärungsversuchen aus inneren Ursachen steht die Annahme der parasitären Entstehung der Krebse gegenüber. Was bis jetzt als Parasiten (Krebserreger) beschrieben wurde, konnte sich nicht die allgemeine Anerkennung gewinnen. Krebserregende Lebewesen konnten bis jetzt nicht gezüchtet werden. Erfolgreiche Krebsübertragungen gelangen bis jetzt nur von dem Individuum einer Spezies auf ein anderes der gleichen Spezies,

und zwar mußten immer entwicklungsfähige Krebszellen (Epithelzellen) übertragen werden. Nur von diesen lebenden, überpflanzten Zellen aus wuchs der Krebs im geimpften Tier; dieses selbst lieferte zur Neubildung nur Bindegewebe und Gefäße. — Pflanzen-Krebse, wo ein Erreger gefunden wurde, sind anatomisch etwas ganz anderes, wie was wir bei Mensch und Tieren als Krebs bezeichnen.

Die Zunahme der Krebse betrifft fast nur die schwer zu erkennenden inneren Krebse, die äußeren nahmen kaum zu. — Die mangelnde wissenschaftliche Diagnose erklärt wohl auch das vielfach behauptete selternere Vorkommen von Krebsen in Tropen und im hohen Norden.

Die Menschen erreichen heute im Durchschnitt ein höheres Alter; eine Zunahme der Erkrankungen der späteren Lebensjahre, Krebs und Geisteskrankheiten, kann schon dadurch seine Erklärung finden.

Das Vorkommen von Krebsorten und Krebshäusern spricht für einen parasitären Ursprung des Krebses, läßt sich aber auch sonst erklären. Man vergleiche das häufigere Vorkommen der sicher nicht parasitären Gicht in England. Daß zwei Ehegatten an denselben Krankheiten leiden, läßt sich bei dem seltenen Vorkommen nicht für eine parasitäre Entstehung anführen.

Zur Heilung des Krebses steht heute immer noch die operative Entfernung der Neubildung oben an. Wenn man alles entfernen kann, sind dauernde Erfolge zu erzielen. — Selbstheilungen sind in ganz vereinzelten Fällen beobachtet worden.

Ein Erfolg der Anwendung von Röntgenstrahlen und Radium ist möglich, da ja denkbar, daß die weniger resistenten Geschwulstzellen deren Einfluß schneller unterliegen, als die normalen Körperzellen.

Abhandlungen.

Altgermanische Zeitrechnung.

Von **Ludwig Wilser.**

> Non omnis sapientia penes Chaldaeos et Orientem fuit, etiam Occidentis et Septentrionis homines fuerunt λογικα ζωα.
>
> *Scaliger.*

Auf Himmelskunde, Sterndeutung und Zeitrechnung verstanden nach der Meinung der Alten hauptsächlich drei Völker: Chal-r, Ägypter und — Hyperboreer. Daß man im Altertum auch den lischen „Barbaren" solche Kunst und Wissenschaft zutraute, sogar die hochgepriesenen Hellenen sie darin als Lehrmeister rkannten, war in neuerer Zeit, unter der Herrschaft des Vor-ils, alles Wissen, insbesondere die Kenntnis der Gestirne und Berechnung der Jahreszeiten, stamme aus dem Morgenlande, z in Vergessenheit geraten. Gerade die Germanisten, vor n andern, sollte man denken, zu Hütern und Pflegern unseres kstums und seiner altehrwürdigen Überlieferungen berufen, ıbten unbefangene, aufgeklärte, über kleinliche und beschränkte kseitelkeit hoch erhabene Gelehrte zu sein, wenn sie mit über-ner Sicherheit unsern Vorfahren jede selbständige Erfindung, künstlerische und wissenschaftliche Befähigung absprachen. ie bei allen Völkern des Abendlandes", meint Sievers, ist auch den Germanen die Annahme der Schrift eine „Geschichte Entlehnungen", es fehlt ihnen, urteilt Bremer, „an Schönssinn, an Sinn für Anmut, Formen und harmonisches Eben-ß", und „wir wissen", schreibt Mogk,[1] „daß wir den Römern Namen der Wochentage, die Monate, das Alphabet verdanken". ie ungerecht solche Urteile sind, habe ich für Schrift und Kunst

[1] Grundriß der germanischen Philologie. 1891, 2. Aufl. 1899.

schon früher[2] nachgewiesen; heute möchte ich, bisher Versäu nachholend, dies auch in bezug auf die Zeitrechnung versuc Die Frage hat ja neben hervorragender kulturgeschichtlicher schieden auch naturwissenschaftliche Bedeutung.

Haben die genannten Völker, das ist die erste Frage, die Kenntnisse vom Stand und der Bewegung der Gestirne, der Umdrehung der Erde, vom Umlauf des Mondes und von se Verhältnis zu Sonne und Erde selbständig erworben, oder in dieser Hinsicht eines vom andern abhängig, und welchem den dreien gebührt der Vorrang? Nach dem Gesagten g die Nordländer von vornherein als ausgeschlossen, und selbst Arier im allgemeinen hielt man solcher Geistesarbeit nicht fähig. „Meinem Dafürhalten nach", sagt Weber,[3] den ich statt

[2] „Alter und Ursprung der Runenschrift", Korrespondenzbl. d. deut Geschichts- und Altertumsvereine 11/12, 1895; „Zur Geschichte der Buchst schrift". Beil. z. Allg. Ztg. 103, 1899; „Über den Ursprung des Alpha und „Herkunft der Runen", Polit. anthrop. Revue II 7 u. III 11, zusam gefaßt in dem Abschnitt „Das Runenrätsel" meines Buchs „Die Germa Eisenach und Leipzig 1904. — Kürzlich hat von Friesen, Dozent in U einen neuen Versuch (Om runskriftens härkomst, Sonderabdr. aus Spr tensk. Sällskapets i Uppsala Förhandl. 1904) gemacht, die Runen von e südlichen Alphabet, und zwar der griechischen Kursive, wie früher Grienberger von der lateinischen, abzuleiten; eines ist so unmöglich wi andere, die von mir im letztgenannten Aufsatz der Revue wider Theorie des schwedischen Forschers nichts als „ein totgeborenes Kind" Vgl. auch die Aufsätze „Germanische Kunst und Schrift" in der Zeits „Germania", VII 2, und „Zur Runenfrage" in den „Wartburgstimmen", II 22 im „Globus", Bd. 87, Nr. 11, ferner „Germanischer Stil und deutsche Ku Heidelberg 1899, auch in das erwähnte Buch aufgenommen. — Das sei erschienene, besonders durch seinen reichen Bilderschmuck wertvolle W von Salin, „Die altgermanische Tierornamentik", Berlin, Asher & Cie, ist leider in der Hauptsache verfehlt. Vgl. meine Besprechungen in „Deut Kunst und Dekoration", VII 12, und in den „Wartburgstimmen", II Salin hat für sein Werk von der Schwed. Akad. d. Wiss. einen Geld erhalten, durch große Mühe und Sorgfalt wohlverdient, für die Richti aller seiner Ansichten aber nichts beweisend.

[3] Sitzungsberichte der k. preuß. Akad. d. Wissensch. zu Berlin, phil.- Klasse XXXVII 1898. — Neuere Untersuchungen haben aber gezeigt, nicht einmal die „arabischen" Zahlen, die sich im 13. Jahrhundert von Sp aus verbreitet haben, eine Erfindung der Semiten sind, sondern wahrsche der arischen Inder, denn sie heißen arabisch „haruph et End", ind Zeichen. Vgl. N. Korrespondenzbl. f. d. Gelehrten- und Realschulen Würt bergs 1904.

leichgesinnten anführe, „waren die Indogermanen nicht auf einer Höhe der Kultur stehend, welche sie dazu befähigt hätte, selbständig Beobachtungen oder gar Berechnungen anzustellen, die sie zu einer solchen Korrektur ihres Mondkalenders[4] hätten führen können. Ich kann mir nur denken, daß sie dabei durch die Nachbarschaft semitischer Kultur beeinflußt worden sind. Natürlich ist dabei nicht an die südlichen Semiten (Juden und Araber) zu denken, die noch jetzt an dem alten Mondjahre festhalten, sondern an die nördlichen Semiten resp. die Babylonier".

Dabei kann man sich allerdings auf Herodot berufen, der (II 109) berichtet: „Sonnenuhr (πολον) und Schattenmesser (γνωμονα) sowie die Zwölfteilung des Tages haben die Hellenen durch die Babylonier kennen gelernt". Es fragt sich nur, ob diese in der Tat als Erfinder zu betrachten sind oder selbst Lehrmeister gehabt haben. Wie bekannt, haben die semitischen Assyrer und Babylonier auch die von ihnen gebrauchte, später von den arischen Persern wesentlich verbesserte und vereinfachte Keilschrift nicht selbst erfunden, sondern von den ältesten Kulturträgern im Zweistromland, den Sumeriern, einem Volke fremden Stammes und nichtsemitischer Sprache, übernommen. Nach den gefundenen Bildnissen und Schädeln hatten diese Sumerier durchaus europäische Gesichtszüge und ausgesprochen längliche Kopfbildung, können also auch nicht, wie man früher geglaubt hat, „turanischer", d. h. asiatischer Abkunft[5] sein, sondern müssen der nordeuropäischen Rasse *(Homo europaeus L.)* angehört haben,

[4] Monate und Mondjahr mußte man ihnen wenigsten lassen.

[5] Über „Die Turanier Vorderasiens und Europas" hat Wirth in der Beil. z. Allg. Ztg. 287/8 1904 einen Aufsatz veröffentlicht, der die Begriffe „Rasse" und „Volk" verwechselt und auch sonst viel Irriges und Verkehrtes enthält. Mit dem Ausdruck „Turanier" ist seit v. Hölder viel Mißbrauch getrieben worden; man versteht darunter Mischvölker, die in den Grenzgebieten von Europa und Asien aus der Vermengung und Kreuzung von *H. europaeus* und *brachycephalus* entstanden sind. Den Vorwurf, mit mir sei „nicht zu reden", muß ich als ungerechtfertigt zurückweisen; durch sachliche Gründe lasse ich mich stets überzeugen. Eine höfliche Anfrage wegen Richtigstellung hat die Redaktion der Beilage, die doch auf Wissenschaftlichkeit Anspruch macht, nicht beantwortet. — Vgl. Cope, The oldest civilized men (Amer. Naturalist, Aug. 1896). Dazu mein Aufsatz „Das älteste Kulturvolk im Zweistromland", Globus LXX 12, und meine Behandlung der Frage in „Indogermanische Probleme", Polit. anthrop. Revue, III 1, und in dem Buch „Die Germanen".

höchstens mit geringer Beteiligung der gleichfalls langköpfigen Mittelmeerrasse *(Homo mediterraneus)*, aber vollständigem Ausschluß der Rundköpfe *(H. brachycephalus)*. Auch was von ihrer Sprache überliefert ist, hat durchweg arischen Klang, so urud, anag, zabar, balag (Kupfer, Zinn, Erz, Beil, von den Wortstämmen lat. raudus, skr. naga, got. saban, gr. *πελεκυς*, ags. bil), nicht minder die Götternamen Bal, Dagon, Nebo, Marduk oder Merodach, Istar, Asir, Gibil,[6] Anu, Samas und Tiamat (die Göttermutter, deorum mater, *ἡ μητηρ των θεων*, *Κιμμερις θεα* nach Hesych). Die Ansicht,[7] „daß der größere Teil der babylonischen Religion, der Göttergestalten wie ihrer Mythen und Kulte, im letzten Grunde nicht semitischen Ursprungs ist, sondern weiter auf die Sumerier zurückgeht", findet immer mehr Anhänger und größere Verbreitung.

Insbesondere stammt die Verehrung des Sonnengottes Bal oder Bel (pers. Belos, slav. Belenis, kelt. Belenos, ags. Bäldäg; an. bal, ags. bäl, Feuer, Flamme) zweifellos aus dem Norden, wo ja nach griechischer Anschauung des „Phöbos alter Garten" lag, und mit dem Sonnendienst hängt die Berechnung des Sonnenjahres aufs Innigste zusammen. Auf die Sumerier folgten die Chaldäer, vielleicht ein Mischvolk mit starkem Einschlag nordischen Blutes, deren Name hauptsächlich mit der Himmelskunde (Astronomie) und später auch mit der Wahrsagung aus den Sternen (Astrologie) verknüpft ist. Bekanntlich bildet die den europäischen Völkern wie auch den Babyloniern seit ältester Zeit vertraute Zwölferrechnung den einzigen „Beweis" für die asiatische Herkunft[9] der Arier. Viel einfacher und ungezwungener erklärt sich der Zusammenhang durch die Annahme, daß die semitischen

---

[6] Dieser Name des Feuergottes erinnert an Polengabia, die Herdgöttin der alten Preußen (lit. pelene, Herd), wie auch an das halbgriechische Heliogabal (nam Heliogabalum Phoenices vocant solem, Jul. Capitolinus, Opil. Macrin. 9).

[7] Zimmern, die Keilinschriften und das alte Testament, 3. Aufl. 1903. — Gleicher Ansicht sind Henning, Die sumerische Grundlage der vorderasiatischen Schöpfungssage, Globus LXXXVI 5 und Radau, The creation story of Genesis 1, The Monist 1902, später als besondere Schrift erschienen.

[8] Die Namen ihrer Könige Merodach-Baladan, Teutamus, Nabopolassar Nabonnetus u. a. enthalten indogermanische Wortstämme. Merodach und Nebiogastes sind fränkische, Teutalus und Teutomatus keltische Namen.

[9] J. Schmidt, Die Urheimat der Indogermanen und das europäische Zahlsystem, Berlin 1890. Vgl. dazu den Vortrag von Günther auf der Greifswalder Anthropologenversammlung 1904.

ölker des Zweistromlandes, wie so manches andere, auch diese ählweise von ihren sumerischen Lehrmeistern übernommen haben. Nach Babylon", berichtet Diodor (I 28), „führte Belos, den an für einen Sohn des Poseidon und der Libya hält, eine Schar on Auswanderern. Er ließ sich am Flusse Euphrat nieder und tzte Priester ein, die, wie in Ägypten von allen Abgaben und fentlichen Leistungen befreit, bei den Babyloniern Chaldäer eßen. Sie beobachten die Gestirne und sind, ebenso wie die yptischen, Naturkundige und Sterndeuter." Belos, oft auch eus genannt, ist aber eine nordische, arische Gottheit und eineswegs aus Ägypten eingewandert; mit nicht besserem Recht hlten die dortigen Priester auch den Herakles, Orpheus, Kados u. A. zu ihren Landsleuten. In einem Aufsatz über den Geburtstag des Gottes Tammuz" vergleicht der durchaus nicht r unsern Weltteil voreingenommene Hommel[10] die Göttin tar mit der germanischen Ostara — auch die Namen sind nah rwandt — und sagt u. a.: „Diese Feste (Sonnenwenden) berrschen dort das religiöse Leben ... ähnlich wie bei unsern idnischen Vorfahren ... So ist Babel, mehr noch als mit der bel, mit unserer germanischen Vorzeit und ihren vom Christenm, wenigstens was die Zeiten anlangt, adoptierten Hauptfesten f das Engste verbunden". Der verwandtschaftliche Zusammenhang hrt zurück in die Heimat des Sonnengottes und seiner Verehrung.

Von der Sternkunde und Zeitrechnung der Ägypter berichtet erodot (II 3 und 4) nach Mitteilungen, die ihm in der alten nnenstadt Heliopolis (Pi Ra, Haus der Sonne, hebr. Beth Semes, im heutigen Kairo) die Priester, „von allen Ägyptern die erfahrensten alten Geschichten", gemacht hatten. „Nach ihrer Meinung", erhlt er, „hätten die Ägypter zuerst von allen Völkern das Jahr (soll ißen das Sonnenjahr) erfunden und es in zwölf Teile geteilt, s, wie sie sagten, den Gestirnen[11] entnommen sei. Sie machen

---

[10] Münchner N. N. 597, 1904.

[11] Auch nach Strabo, XVII 1, verstanden sich die ägyptischen Priester uf Weltweisheit und Sternkunde". — Es ist nicht unwahrscheinlich, daß e größte Pyramide, wohl nicht über 4000 Jahre alt, auch dazu gedient hat, rschiedene Größenverhältnisse und Grundmaße zum Ausdruck zu bringen d zu verewigen; doch haben die Engländer Taylor und Smyth offenbar el zu viel hineingeheimnist. Vgl. Eyth, Mathematik und Naturwissenschaft r Cheopspyramide, Sonderabdr. aus d. Jahresheften d. Vereins f. Math. u aturwiss., Ulm 1901, und Der Kampf um die Cheopspyramide, Heidelberg 1902.

es meines Erachtens darin klüger als die Hellenen, die jed
zweite Jahr einen Schaltmond einschieben, denn sie haben zw
Monate von je 30 Tagen und fügen dann jährlich noch fü
Tage hinzu. So fallen im wechselnden Lauf der Jahre die Jahre
zeiten doch immer auf die gleichen Monate. Auch Namen u
Verehrung der zwölf Götter hätten von ihnen, als den ersten, d
Hellenen angenommen." Aus dieser letzten Bemerkung läßt si
ersehen, wie viel auf die Prahlereien der ägyptischen Priester
geben ist; denn die Götter des griechischen Olymps waren Gemei
gut aller arischen Völker. Übrigens führten sie selbst ihre gan
Weisheit, nach Strabo, XVII 1, und Diodor, I 15, 16 und 4
auf Hermes zurück, der ja auch den Griechen als Erfinder d
Künste und Wissenschaften galt.

Herodot (II 148) spricht auch von einem Labyrinth in d
Nähe des Mörissees, das „aller Beschreibung spotte" und m
seinen mannigfach verschlungenen Irrgängen „tausend Wunde
enthalte. Wo aber diese Irrgärten oder Labyrinthe[12] herstamm
und welch innige Beziehungen sie zur Sonnenverehrung habe
das hat der trotz mancherlei Irrtümern vom „deutschen G
lehrtendünkel" doch über Gebühr verlästerte E. Krause (Car
Sterne) in seinen „Trojaburgen Nordeuropas" und der ergänzend
Schrift „Die nordische Herkunft der Trojasage" in einleuchtend
und unwiderlegbarer Weise[13] gezeigt. Die nordischen, zumt
noch recht gut erhaltenen Irrgärten, wie z. B. der bei Wisby a
Gotland und der auf einem Steinkreuz von Juleskov auf Fünen
dargestellten, gleichen aufs Haar denen der kretischen Münz
von Knosos und des etruskischen Krugs von Tragliatella. „I
dem Heiligtum von Saïs", berichtet Herodot (II 170/1) weite
„stehen hohe Spitzsäulen aus Stein und ist ein See mit ein
steinernen Einfassung, ringsherum schön gearbeitet und na
meiner Schätzung so groß wie der von Delos, den man den krei
förmigen nennt". Die dort gefeierten Mysterien sollen von de

[12] Die Ableitung des Worts vom phrygischen labrys, Doppelaxt, h
manches für sich; dies auf kretischen Denkmälern so häufige Sinnbild i
nichts anderes als der Donnerkeil des Licht- und Luftgottes, der nordisch
Thorshammer.

[13] Beide Werke sind 1893 in Glogau erschienen und von mir in d
„Tägl. Rundschau", 10/VIII und 30/X besprochen.

[14] Von Olaus Wormius in seinen Monumenta Danica, Kopenhagen 164
abgebildet. Im Namen des Fundorts liegt die Beziehung zur Sonnenverehrung

maiden nach Griechenland gebracht und „den pelasgischen Weibern“ mitgeteilt worden sein. Danaos aber, der nach Euripides

befohlen, die Pelasger man in Hellas sonst
genannt, sie sollten künftig heißen Danaer,

fgt, wie Pelasgos, Achäos, Skythes, Keltos, Galates, als Stammes-ld den Namen seines Volkes, der arischen Danaer, und kann her unmöglich aus Ägypten stammen; wie so manchmal, hat ch hier die Sage die Verhältnisse umgedreht. Die Ähnlichkeit s ägyptischen Heiligtums mit dem delischen zeigt deutlich den eg, auf dem sich die Sonnenverehrung und damit auch die nntnis des Sonnenjahres verbreitet hat, denn Delos, das heilige land und die Geburtsstätte des Sonnengottes, hatte noch lange, e wir sehen werden, den Zusammenhang mit dem Norden wahrt.

Die in der Königsburg von Saïs göttlich verehrte Kuh mit rgoldeten Hörnern und dem dazwischen stehenden „Sonnenrad n Gold“ (Herodot II 132) ist das Sinnbild der arischen Mond-ttin; die Hörner entsprechen der Mondsichel, und die Sonnen-heibe mit dem daraus entstandenen Hakenkreuz ist im Norden alt[15] und hat sich von dort mit den Wanderungen der arischen lker verbreitet. Da die Mondgöttin als Gemahlin des Sonnen-

---

[15] Davon legt u. a. das bei Trundholm gefundene Sonnenbild im Alt-rdischen Museum zu Kopenhagen Zeugnis ab. — In einem der Bauern-uschen des Freiluftmuseums Skansen in Stockholm sah ich vor kurzem herne Nachbildungen des noch jetzt bei dem schwedischen Landvolk ge-äuchlichen Weihnachtsgebäcks, julbröd, darunter auch eines mit dem Namen llvagn, Goldwagen, in der Gestalt des Hakenkreuzes. — In einem Aufsatz er „Bretzelgebäck“ (Arch. f Anthr. N. F. III 2) leugnet Höfler den Zu-mmenhang der Bretzel oder Kringel, die doch ein bezeichnendes Sinnbild r Feier des „Sommertags“ bildet, mit dem Sonnenrad. „Die Bretzel hat mit m Sonnenkulte der Germanen gar keine Beziehung, sondern ist ein fremdes, s Italien importiertes Totengebäck.“ Ebenso verfehlt ist seine Ableitung s Wortes: prezita, brecellum = panis tortus kommt von ags. bredan, chten, bracellium, bracile, ahd. brazel, franz. bracelet, dagegen gehört zu achium. Arm. Niederdtsch. Krakeling, franz. craquelin, von „krachen“, hat it Kringel (von ahd. hring) nichts zu tun. Seinen sonstigen Anschauungen tsprechend läßt Montelius (Das Rad als religiöses Sinnbild, deutsch von orenzen, Prometheus XVI 16—18, von mir in den Mitt. für Gesch. Med u. Naturwiss. IV besprochen) das Sinnbild im Norden zweimal, in r Steinzeit und bei der Bekehrung, eingeführt werden, doch sprechen die atsachen gegen seine Ansicht. — Der türkische Halbmond ist den arischen kythen entlehnt.

gottes galt (Ἥλιος und Σελήνη, Sol und Luna; in den germanischen Sprachen, die ursprünglich auch die lateinischen Namen hatten, zeigt sich später das Verhältnis umgekehrt, Sunna und Mano), erklärt sich der nach Strabo (a. O.) auch in äpyptischen Sonnentempeln, wie im kretischen Labyrinth, gehaltene, u. a. auch von den Kimbern verehrte Stier als Sinnbild der männlichen Gottheit. „Die Heliaden (auf Rhodos)", weiß Diodor (V 57) zu melden, „zeichneten sich vor anderen Einwohnern aus; in den Wissenschaften hatten sie es weit gebracht, besonders in der Sternkunde. Von ihnen stammen viele Einrichtungen für die Schiffahrt und die Zeitrechnung. Aktis (ein Sohn des Sonnengottes) wanderte nach Ägypten aus und erbaute die nach seinem Vater benannte Stadt Heliopolis. Den Ägyptern wurden von ihm die Grundlehren der Sternkunde mitgeteilt." Das schließt nicht aus, daß diese Wissenschaften kaum irgendwo eifriger betrieben wurden, als von den ägyptischen Priestern, denen sogar, wie Strabo berichtet, die Notwendigkeit des Schalttages bekannt war und bei denen Platon und Eudoxos[16] dreizehn Jahre zugebracht haben sollen, um ihnen ihre geheime Wissenschaft abzulauschen.

Ein großer Fortschritt für die Berechnung des Jahres und die Festsetzung seiner einzelnen Zeiten war die Entdeckung des neunzehnjährigen Mondkreislaufs (cyclus lunaris, decemnovennalis oder enneadekaeteris), nämlich die Tatsache, daß immer nach Verlauf von 19 Jahren die Mondalter oder Erscheinungen (Phasen) wieder auf den gleichen Tag fallen. Der Mondumlauf, d. h. der mit der Erde fortschreitende „synodische", dauert nämlich 29½ Tage, genau 29 Tage, 12 Stunden, 44 Minuten und 2,8 Sekunden, und ist daher mit dem Sonnenjahr von etwas über 365 Tagen nicht ganz in Übereinstimmung zu bringen; 12 Umläufe oder Monde sind zu wenig, 13 zu viel. Neumond und Vollmond können daher in zwei aufeinander folgenden Jahren nicht dieselben Fristen einhalten, sondern rücken jährlich, da 13 Umläufe 384 Tage ausmachen, um 19 Tage vor; 19 mal 19 aber gibt 361 oder, mit Einrechnung zon vier Schalttagen, 365 Tage, d. h. ein Sonnenjahr, und es muß daher der Mondwechsel nach je

[16] Nach Strabo (a. O.) war in Heliopolis noch die Sternwarte zu sehen, von der aus Eudoxos „die Bewegungen der Himmelskörper" berechnet hatte. Dieser griechische Astronom war daher im Nillande nicht blos Lernender

19 Jahren wieder genau zur gleichen Zeit[17] eintreten. Dieser Kreislauf wird auch „Metonischer Cyklus" genannt, da ihn der Athener Meton, ein jüngerer Zeitgenosse des Perikles, entdeckt haben soll. Es ist aber wahrscheinlich, daß er längst vor ihm gefunden war, schon den chaldäischen, vielleicht sogar, wie man früher glaubte,[18] den chinesischen Astronomen bekannt. Auf Joseph Scaliger, den Begründer der wissenschaftlichen Chronologie sich stützend, hatte dagegen vor mehr als zwei Jahrhunderten schon der schwedische Dichter, Geschichtschreiber und Naturforscher Stjernhjelm[19] die Vermutung ausgesprochen, der athenische Astronom habe im Jahr 433 v. Chr. durch den Hyperboreer oder Skythen Abaris Kenntnis von der nordischen Zeitrechnung erhalten, wie überhaupt von jeher die Beziehungen zwischen Griechenland und dem Norden häufig und freundschaftlich gewesen seien (frequens enim et antiqua nostris cum Atheniensibus, praesertim et Deliis intercessit amicitia). Es ist in der Tat nicht unmöglich, daß Metons Wissenschaft aus dieser Quelle geflossen ist (Metonem hoc inventum ab Abari in Graeciam invectam excoluisse et Atheniensibus suis promulgasse), wenn auch die Behauptung, der, zudem viel ältere, Abaris habe einen Stab mit eingeschnittenen Zeichen über Sonnen- und Mondbewegung besessen (dicitur enim Abaris baculum habuisse, cui inscripti fuerint Solis Lunaeque motus), nicht auf Überlieferung beruht. Sonst aber weiß die Sage von diesem nordischen Weisen viel Wunderbares zu berichten: nach Pindar (fr. 270) ein Zeitgenosse des Krösos, nach Anderen noch älter, war er, wie Diodor (II 47) dem Hekatäos nacherzählt, nach Griechenland gekommen, um die alte Freundschaft mit den stammver-

---

[17] In der sonst so gründlichen Abhandlung von Schnippel „Über einen merkwürdigen Runenkalender des Großh. Museums zu Oldenburg" (Ber. üb. d. Tätigk. d. oldenb. Landesver. f. Altertumskunde IV 1883) ist das Verhältnis nicht richtig dargestellt: die Monderscheinungen rücken nicht von einem Jahr zum andern um 8, sondern in zweien um 38, d. h. 1 Monat und 8 Tage vor, im gleichen Monat um 19 und erst im dritten Jahr um 8.

[18] Ideler, Handbuch der Chronologie, Berlin 1826.

[19] J. Scaliger, De emendatione temporum, Paris 1583. Thesaurus temporum, Leyen 1606. — Stjernhjelm, Anticluverius sive Scriptum breve Joh. Cluverio Dantisco-Borusso oppositum, gentis Gothicae originem et antiquissimam in Scandia vel Scandinavia sedem vindicans, et eiusdem de Hyperboreis dissertatio brevis, in Stockholm 1685, 13 Jahre nach des Verfassers Tod, erschienen.

wandten Deliern zu erneuern; Platon (Charmid. 158) erwähı ihn neben dem Thraker Zamolxis als Verfasser von Zaubersprüche der Redner Lykurgos (fr. 86) als Wahrsager und Priester Apoll der mit dem Pfeil des Gottes (Sinnbild der Sonnenstrahlen) ur hergewandert und bei einer Seuche nach Athen gekommen se von dem Pfeil, mit dem der Hyperboreer, ohne zu essen, de ganzen Erdkreis durchzogen habe, weiß auch Herodot (IV 36 Bolos, ein Zeitgenosse des Kallimachos, macht ihn zu eine nordischen Priester, Wahrsager und Weisen, einem Vorgäng des Pythagoras, der Orakel aufgeschrieben, himmlische Wunde zeichen, Erdbeben und Seuchen vorhergesagt und abgewendet hab nach Pausanias (III 13) soll das Heiligtum der „rettend Jungfrau (*Κορη Σωτειρα*)“ in Sparta von ihm gegründet sei Aus alledem geht hervor, daß der Fremdling aus dem Nord ein Diener des Sonnengottes und ein viel erfahrener, kenntni reicher Mann war, der in Griechenland einen tiefen Eindruck u dankbare Erinnerungen hinterlassen hat und wohl verdient, unt den Wohltätern der Menscheit und den Weltweisen des Altertur genannt zu werden.

Sehr merkwürdig ist, was Hekatäos an genannter Stel über das Nordland berichtet: „Dem Keltenland gegenüber, i äußeren Ozean gegen Norden, liegt eine Insel, nicht kleiner a Sizilien. Ihre Bewohner heißen Hyperboreer, weil sie sich jensei des Nordwindes befinden. Der Boden ist gut und fruchtbar u der Himmel so günstig, daß man zweimal im Jahr ernten kan Nach der Sage ist Leto auf dieser Insel geboren. Darum wi auch Apollo dort eifriger als alle anderen Götter verehrt. D Einwohner sind eigentlich als Priester des Gottes zu betrachte die ihn täglich durch Lobgesänge preisen und auf alle Art verherrlichen. Es ist dort ein prächtiger, dem Apoll geweiht Hain und ein berühmter Tempel von runder Gestalt und m vielen Weihgeschenken ... Von der Insel aus erscheint die En fernung des Mondes, auf dem man bergähnliche Erhöhungen z erkennen glaubt, sehr gering. Apoll kommt alle 19 Jahre dorthi also zu der Zeit, da die Gestirne in die gleiche Stellung zurück kehren; darum heißt auch ein solcher Zeitraum bei den Grieche das große Jahr“. Wenn diese uralte Überlieferung — Hekatäo hat im 6. und 5. Jahrhundert gelebt — auch manches sagenhaft so z. B. dfe zweimalige Ernte, enthält, so weist sie doch mi

Sicherheit darauf hin, wo die Kenntnis des neunzehnjährigen Kreislaufs herstammt, der nur von einem Volke herausgefunden werden konnte, das die ältere, nur auf der Beobachtung des Mondes beruhende Zeitrechnung mit dem Sonnenjahr in Einklang zu bringen verstand. Die Bemerkung, daß im Norden der Mond der Erde näher sei, ist freilich nicht wörtlich zu nehmen — denn er ist überall gleich weit, 384 000 km, von uns entfernt —, beruht aber doch auf der richtigen Beobachtung, daß er dort nicht so hoch am Himmel aufsteigt und in den langen, frostklaren Winternächten besonders gut zu sehen ist, und spricht daher nicht gegen, sondern für die Zuverlässigkeit dieser Nachricht. Dazu kommt eine merkwürdige, aus dem Heidentum stammende Sage, die Stjernhjelm „ex antiquissimis fastorum libris, qui in archivo nostri regni asservantur", mitteilt: weise und der Zeitrechnung kundige Männer berichten nach alter Überlieferung, „at Odin beter sina hestar i Belgbunden,[20] d. h. quod Oden subjugat et pascit suos equos in novilunio undevigesimo, daß Wodan alle 19 Jahre seine Rosse abschirrt und weidet". Wodan ist hier noch der Himmelsgott, der auch die Sonnenrosse[21] lenkt und ihnen immer, wenn der Kreislauf, das „große Jahr" vollendet ist, Ruhe gönnt. Wäre dieser nicht im Norden erfunden, so hätte eine derartige Vorstellung in die Göttersage nicht eindringen können.

---

[20] Belgbunden Thor ist eine Doppelrune, nach dem durch die Zusammensetzung entstehenden Kreis (an. belgr, Schlauch, Balg) so genannt und als Zahlzeichen 19, in den Runenkalendern das letzte Jahr des Mondkreislaufs bedeutend, das dadurch seine Vorbedeutung erhält: Belgbunden Thor, id est swart, odrygt ahr, doch godt kornahr, schwarzes oder Fehljahr, doch gutes Kornjahr. Auch der alte Merkspruch nordischer Kalendermacher „Tunglet skinter tolf og tiog under auni", d. h. der Mond bewegt sich zwischen 12 und 20, seine Erscheinung geht im gleichen Monat entweder um 12 Tage zurück oder um 20 vorwärts, zeigt, daß der 19jährige Kreislauf im Norden etwas Altbekanntes war, denn auni ist nicht, wie Rudbeck (Atland eller Manhem, Upsala 1675—1702) gemeint hat, ein alter König, sondern das dem lat. aevum, gr. αἰών, got. aivs, ahd. ewin entsprechende altnordische Wort; vgl. das „große Jahr" der Griechen, das Tunglet aulld der Nordländer.

[21] Daß auch die Nordländer den Sonnenwagen sich wie die Hellenen von Rossen gezogen dachten, zeigt das erwähnte, dem Erzalter angehörende Sonnenbild von Trundholm, eine zweifellos einheimische Arbeit. Vgl. Tacit. Germ. 45: sonum insuper emergentis (solis) audiri, formas equorum et radios capitis aspici, persuasio adjicit.

Die von Hekatäos erwähnten runden Sonnentempel haben sich im Norden bis auf den heutigen Tag erhalten, nicht nur in den skandinavischen Steinringen[22] und Irrgärten, sondern ganz besonders in den „Stonehenges“ der britischen Inseln, so den „Stones of Callernish“ auf den Hebriden, den „Standing stones of Stennes“ auf dem orkadischen Mainland, vor allem aber dem großen und berühmten Stonehenge bei Amesbury, von dem es nun feststeht, daß es nicht nur als Tempel, sondern auch als Sonnenuhr und Zeitmesser gedient hat und ungefähr vierthalbtausend Jahre alt ist. Im Jahre 1901 hat nämlich eine wissenschaftliche Abordnung fünf schöne Sommernächte um den längsten Tag damit zugebracht, Zweck und Alter des merkwürdigen Denkmals auf astronomischem Wege zu bestimmen. Es ergab sich, daß einst in der Mitte des Ringes drei mächtige Steine so aufgestellt waren, daß bei Sonnenaufgang am längsten und kürzesten Tag die ersten Strahlen durch einen schmalen Spalt fallen mußten; aus der Abweichung der Sonnenbahn hat man dann ein Alter von 3681 Jahren des Bauwerks berechnet. Ähnliche Einrichtungen sind auch aus Ägypten bekannt, und auch die Art der dortigen Tempelbauten mit ihren Ringmauern und Spitzsäulen (Obelisken) entspricht ganz den nordischen Steinkreisen und Bautasteinen.

Daß sich die Verehrung der lebenspendenden Sonne nicht von Süden nach Norden, sondern umgekehrt, den Wanderungen der gesittungbringenden Völker entsprechend, vom Norden aus über unsern Weltteil und die benachbarten Gebiete von Asien und Afrika verbreitet hat, wird durch die fortschreitende und tiefer eindringende Forschung immer augenscheinlicher, durch immer neue sprachliche, geschichtliche und archäologische Gründe

[22] Von diesen Kreisen stammt das Wort „Kirche“, das, wie ich zuerst nachgewiesen, kein Lehnwort aus dem Griechischen, sondern mit lat. circus urverwandt ist. Neuerdings tritt Kretschmer (Ztschr. f. Vgl. Sprachf. N. F. XIX 4) wieder für den griechischen Ursprung ein, beherrscht aber die Literatur nicht und bringt weder Neues noch Entscheidendes vor. — Noch jetzt sind die Stonehenges in England und die Menhirs in Frankreich Wallfahrtsorte, die zurzeit der Sommersonnenwende besucht werden. Vgl. den Aufsatz „Keltische Monumentalbauten“, Ill. Ztg. 9. II. 1905. Vom Zweistromland kam die Verehrung des Sonnengottes Bal und der Göttin der Fruchtbarkeit Istar bis nach Ostafrika, wo noch heute mächtige Tempeltrümmer von diesem Gottesdienst Kunde geben. Vgl. den ein größeres Werk ankündigenden Aufsatz von Hall „The great Zimbabwe Temple and the Land of King Salomon's Gold“, The Pall Mall Magazine, Jan. 1905.

bestätigt. Daß die ägyptischen Sonnentempel und Heiligtümer jenen auf Kreta und Delos glichen, ist schon erwähnt worden: auf dies letztere Eiland aber war die Sage von Apolls[23] Geburt, wie aus den angeführten Worten des **Hekatäos** hervorgeht, vom Lande der Hyperboreer, also der skandinavischen Halbinsel, übertragen worden, und nach Jahrhunderten wurde durch gegenseitige Gesandtschaften und Weihgeschenke die Erinnerung an den gemeinsamen Ursprung und die alte Zusammengehörigkeit lebendig erhalten. Wie bei **Herodot** (IV 32) zu lesen, erzählten die Delier, „die Opferspenden der Hyperboreer kämen, in Weizenstroh eingehüllt, zuerst zu den Skythen; dann übernähme sie ein Volk vom andern und gäbe sie seinen Nachbarn weiter bis zur Adria im fernen Westen; von hier gingen sie südwärts zu den Dodonäern als erstem Volk der Hellenen, dann an den malischen Meerbusen und über See nach Euböa; eine Stadt schickte sie dann weiter zur andern bis nach Karystos. Die Karystier brächten sie nach Tenos und die Tenier endlich nach Delos". Von Gesandtschaften in umgekehrter Richtung spricht **Hekatäos** (bei **Diodor**, II 47): „Es gab auch Griechen, wie die Sage meldet, die zu den Hyperboreern reisten und kostbare Weihgeschenke mit griechischen Inschriften zurückließen". Des Nordlands Bewohner, schreibt **Pomponius Mela** (III 5), „sind die gerechtesten Menschen und leben länger und glücklicher als andere Sterbliche . . . sie bringen eifrig Opfer dar, besonders dem Apollo, und die Erstlinge sollen sie zuerst durch Jungfrauen ihres Stammes, dann durch Vermittlung anderer Völker, die sie weitergaben, nach Delos geschickt und lange Zeit diese Sitte bewahrt haben, bis sie durch die Schuld anderer vereitelt wurde." Dies wird durch **Plinius** in seiner „Naturgeschichte" (IV 26) bestätigt: „Man darf an dem Vorhandensein dieses Volkes nicht zweifeln, da es nach dem Zeugnis so vieler Schriftsteller die Erstlinge der Feldfrüchte nach Delos dem Apollo zu schicken pflegte, den es hauptsächlich verehrt. Zuerst brachten diese Jungfrauen, durch das Gastrecht lange

---

[23] Das griechische *Ἀπολλων* ist nichts anderes als das germ. Phol; ein solcher Vorschlag eines *α* findet sich in vielen griechischen Wörtern, z. B. ἀγαθος, *ἀγανος*, *ἀδελφος*, *ἀριθμος*, *ἀῤῥην* u. a — Nach einer durch Diodor (IV 51) überlieferten Sage stammte auch Artemis, des Sonnengottes Schwester, aus dem Lande der Hyperboreer und fuhr auf einem von Drachen gezogenen Wagen durch die Luft über die Erde hin.

geschützt, später, nach Verletzung der Sitte, wurden sie den Nachbarn anvertraut und von Volk zu Volk bis nach Delos weitergegeben. Schließlich kam auch das außer Gebrauch". Die Erinnerung aber erhielt sich noch lange, bis zur Zeit des Pausanias (I 31) lebendig.

Wie auf uralten Handelswegen der kostbare Bernstein von der Ostsee ans Mittelmeer und mit ihm sein nordischer Name (skyth. sacrium, lit. sakai, lat. succinum, Harz) sogar bis nach Ägypten[24] gelangte (sacal), so hat sich infolge von Völkerwanderungen und friedlichem Verkehr mit der Verehrung des Sonnengottes auch die im Norden besonders gebotene und verständliche Feier der Wintersonnenwende nach Süden verbreitet, und zwar ebenfalls mit ihrem ursprünglichen Namen. Der kyprische Monat Ἰουλος, vom 22. Dezember bis zum 23. Januar[25] dauernd, entspricht genau dem nord. jul, ags. giuli, got. jiuleis. Dieser Wortstamm ist der griechischen, lateinischen und germanischen Sprache gemeinsam und hat zur Bezeichnung von Tieren, Pflanzen[26] u. a., wie auch zur Bildung männlicher und weiblicher Namen gedient: Ἰουλω ist ein Beiname der Demeter, Iulus der sagenhafte Stammvater der Römer (davon angeblich die Gens Julia) und Julr ein altnordischer Mannsname[27]. Auch Loblieder zu Ehren des Hermes und der Demeter, die nach Eratosthenes, Didymos, Athenäos u. A. von den griechischen Weibern beim Spinnen oder Backen gesungen wurden, sollen Julen[28] genannt worden sein:

Δενδαλιδας τευχουσα καλας ῄειδεν ἰουλους,
Liebliche julische Lieder sie sang beim Backen der Fladen.

---

[24] Et in Aegypto nasci simili modo, et vocari sacal. Plin. N. H. XXXVII 11. — Bernstein findet sich auch anderwärts, doch nicht von der Güte und Schönheit des nordischen.

[25] Hermann, Griechische Monatskunde, 1844.

[26] Ἰουλις, ἰουλος, iulis, iulus, Fisch, Vielfuß (Insekt), Blütenkätzchen, Flaumhaar. — Plin. N. H. XVI 52: Ferunt et avellanae iulos compactili callo.

[27] Synir Jular rikiu, „Die Söhne Juls des Mächtigen", beginnt die Inschrift eines Runensteins von Gram in Hadeland, Südnorwegen, abgebildet von Worm, Monumenta Danica, Kopenhagen 1643.

[28] Angeführt von Worm, Fasti Danici, Kopenhagen 1653, der den griechischen Vers so ins Lateinische überträgt:

Farque parans salsum scitos cantabat Iulos.

Theodoret, De materia et mundo, schreibt: Ne cantemus iulum Cereri nec Baccho dithyrambum.

Die von den Sprachforschern früher versuchte Deutung des
ordischen Jul aus an. hvel, ags. hveol, Rad, hat sich nach ihrem
genen Geständnis[29] „als hinfällig erwiesen"; die Heimat des
ortes wird dort zu suchen sein, wo es noch heute im Gebrauch
t (schwed. jul, juldag, julmånad, julhelg u. dgl.).

Daß unser siebenter, nach altrömischer Zählung der fünfte
nat, Quinctilis, nach Julius Cäsar, dem Begründer des Kaiser-
chs und Verbesserer der Zeitrechnung, benannt sei, wird zwar
rch Sueton, Festus und Makrobius[30] bestätigt, doch hat
on Grimm im Hinblick auf den kyprischen Ἰουλος, den klein-
atischen Ἰουλαιος, den delphischen Ἰλαιος die Vermutung[31]
gesprochen, in Julius könnte ein „alter volkstümlicher Name",
r längst vor Cäsar bestand, „erneuert" sein, und die Frage
geworfen: „sollte er (der nordische Julmond) nicht auch der
mmersonnenwende gerecht, d. h. nichts mehr und nichts weniger
n als der römische Julius?" Es hat allen Anschein, daß wir
se Frage bejahen dürfen, d. h. daß mit „Jul" ursprünglich
de Sonnwendmonate bezeichnet wurden. Eine solche Wan-
rung von Monatsnamen von Norden nach Süden läßt sich auch
st nachweisen; so ist z. B. nach Plutarch (Theseus 20) der
prische Gorpyaeos makedonischen Ursprungs.

Einen Zusammenhang zwischen Cäsar und dem nordischen
lfest nahm man auch im Mittelalter an, nur glaubte man, dieses
ge seinen Namen dem großen Julius zu Ehren. Olaf Worm,
r gewiß für die Vergangenheit seines Volkes begeistert war
d dessen Bedeutung keineswegs unterschätzte, meint doch, die
besiegten Dänen und Goten hätten mit Cäsar einen Friedens-
trag geschlossen und zu dessen Gedächtnis um die Zeit der
intersonnenwende feierliche Spiele abgehalten, „quod pactum non
lum servarunt sed et diem, quo haec peragebantur, Juledag,
asi diem Julii, vocarunt". Als Beweis führt er folgenden Reim-
ruch an:

---

[29] Schrader, Reallexikon der indogerm. Altertumskunde, Straßburg
01.

[30] Sueton. Caes. 76: appellationem mensis e suo nomine ... Festus:
lium, quod eo mense dicitur Julius natus ... Macrob. Saturn. I 12: Quintilis
stea in honorem Julii Caesaris, legem ferente M. Antonio consule, Julius
pellatus est. — Sueton lebte 150 Jahre nach Cäsar.

[31] Geschichte der deutschen Sprache, Leipzig 1848.

Omnes censum Caesari, praeter Gothos, dabant
Mandatis imperii soli reclamabant,
In honorem Julii Jul vel celebrabant, d. h.:

Alles machte zinsbar sich Cäsar, nur die Goten
Folgten nie des Römerreichs drückenden Geboten,
Doch zu Julius' Ehren auch dort Julfackeln lohten.

Die Wintersonnenwende, die Befreiung des belebenden (stirns aus den Banden finsterer und feindlicher Gewalten, wu fast im ganzen arischen Sprachgebiet mit ausgelassener Fre gefeiert. Man versteht nicht, meint zwar Schrader (Reallexil der indogermanischen Altertumskunde), wie eine an sich so glei giltige Erscheinung wie die des kürzesten oder längsten Tages die Gemüter der Menschen hätte bewegen oder erregen sol fügt aber selbst hinzu, daß dies „in den nördlichsten Breiten", nach Prokop (B. G. II 15) die Einwohner nach langer und ban Winternacht Boten auf die Bergspitzen sandten, um nach wiederkehrenden Sonne auszuspähen, „etwas anderes" gewe sei. Nun, diese Sehnsucht nach der Sonne im Gemüt der In germanen ist eben auch ein Beweis für ihre nordische Herku Daß es deutsche Gelehrte[32] gibt, die unsern Vorfahren sogar Julfest und Weihnachten abstreiten, ist leider fast selbst ständlich.

Es darf nicht unerwähnt bleiben, daß man schon vor Ja hunderten die genaue Bekanntschaft der Nordländer mit E und Flut und deren Abhängigkeit vom Mond als Beweis für nordische Entdeckung des Cyclus lunaris und somit auch Sonnenjahrs angeführt hat. Die erste Kunde vom Anschwellen Flut zur Zeit des Neumonds und Vollmonds hatte, wie ich in d Vortrag[33] über „Pytheas und seine Nordlandsfahrt" ausgefü

[32] Tille, Yule and Christmas, London 1899: „That in a region of s northerly expanse such a custom should evolve is almost as natural as i impossible that it should arise in a region in which the sun never stays for fo eight hours below the horizon. Therefore it can scarcely be said to contrib anything to our general knowledge of the Germanic division of the year, we have rather to regard it as a singular curiosity than as a fact connec by the link of tradition with the common stock of Germanic lore. — Bilfing Untersuchungen über die Zeitrechnung der alten Germanen. II. Das germanis Julfest. Progr. d. Eberhard-Ludwigs-Gymn. Stuttgart 1901. Endergebnis: „ vorchristliches Julfest hat es nie gegeben".

[33] Besond. Beil. d. Staatsanz. f. Württemberg, Nr. 9 u. 10, 1904.

abe, dieser kühne Seefahrer aus dem Norden gebracht. Dem ngelsachsen Beda[34] verdanken wir die germanischen Ausdrücke r die Hochflut, Malina, und für die Tiefebbe, Liduna, altdänisch agle und liden, groß und klein. Fällt aber der Vollmond mit r Tag- und Nachtgleiche oder der Sonnenwende zusammen, so ll die Flut besonders hoch ansteigen, die regelmäßige Wieder- hr solcher Springfluten alle 19 Jahre aber den Mondkreislauf stätigen; darauf haben schon Scaliger, Engelhard (Angelo- ator) und, auf sie sich berufend, Worm[35] aufmerksam gemacht. ß man in Nordeuropa die Flut zur Zeitmessung gebrauchte, ht auch aus einer Bemerkung Cäsars (B. G. V 13) hervor rtis ex aqua mensuris breviores esse quam in continenti noctes lebamus.

Die Erd- und Himmelskunde der Nordvölker wird von ver- hiedenen Schriftstellern des Altertums gerühmt. So berichtet sar (B. G. VI 14) von den gallischen Druiden, daß manche rnehme Jünglinge zwanzig Jahre in ihrem Unterricht zubrachten: ie erörtern außerdem vieles über die Gestirne und ihren Lauf, er die Größe der Welt und der Erde, über das Wesen der nge, über die Macht und Befugnis der unsterblichen Götter und len es der Jugend mit". Sie lehren, schreibt auch Strabo V 4), „die Seelen und die Welt seien unvergänglich", und be- häftigen sich „außer mit der Naturkunde auch mit der Sitten- hre. Sie werden für die gerechtesten Männer gehalten, und rum überläßt man ihnen die Entscheidung in besonderen und fentlichen Rechtshändeln". Auch die Kelten, berichtet Pom-

---

[34] De sex aetatibus mundi. Giles, London 1843/4. — Daß auch in ordfrankreich, offenbar infolge der normännischen Einwanderung, der Aus- ruck Malina bekannt war, zeigt Palissy (Tract. de sale): „les temps de grandes alignes, lors que la mer est en sa superbe grandeur".

[35] Scaliger, De emend. temp II: Sed in pleniluniis amborum aequi- octiorum duae fiunt ingentes πλημμυραι, ad quarum observationem annum um digesserunt (Saxones et Dani). Angelocrator, Doctrina de ponderibus et ensuris: In pleniluniis autem aequinoctiorum et solstitiorum solito validiores ugmentationes et Malinas seu πλημμυρας ostendit mare, ex quarum obser- atione annum quoque solarem digestum cum lunae ratione conciliarunt, adeo ut uidam ad Oceani admirabiles αὐξομειώσεις periodum enneadecaetericam ab ncolis observari tradant. Ol. Wormius, Fasti Danici I 11: haec ab illis roposita anni (solaris) forma a Danis et Anglis recepta videtur, antequam Julianum Calendarium a Romanis sunt mutuati.

ponius Mela (III 2), „haben ihre Beredtsamkeit und als Lehre der Wissenschaft die Druiden. Diese behaupten, die Größe un Gestalt der Erde und des Weltalls, die Bewegung des Himme und der Gestirne, sowie den Willen der Götter zu kennen. I vielem unterrichten sie die Edelsten des Volkes lange und heim lich.“ Dies wird auch durch Diodor (V 31) bestätigt. Plinius (N. H. XXX 4) dagegen meldet, daß unter Kaiser Tiberius di Schulen der Druiden, dieses „Geschlechtes von Sehern und Ärzten“ aufgehoben worden seien; doch spricht noch Ammian (Amm Marc. XV) von den Euagen (Euhages[36] oder Eubages), „die d Höchste und Erhabenste der Natur durchforschen“.

Die Goten kannten, wie Jordan (Get. 11) mit Stolz hervo hebt, „die Lage der zwölf Himmelszeichen und die Bahnen d Gestirne durch dieselben, überhaupt die ganze Stern- und Himmel kunde: wie die Mondscheibe sich füllt und wieder abnimmt, u wie viel der feurige Sonnenball die Erde an Größe übertrifft, od unter welchen Namen und Zeichen die 346 Sterne, am Himmel gewölbe von Osten nach Westen sich bewegend, aufsteigen od untergehen. Welche Willenskraft gehört dazu, wenn so helde hafte Männer während der kurzen Waffenruhe sich den Wisse schaften widmen? Man konnte den einen die Lage des Himme beobachten, den andern die Heilkräfte von Kräutern und Früchte erforschen, diesen des Mondes Wachstum und Hinschwinden, jene den Lauf der Sonne verfolgen sehen, durch die Annahme beruhig daß sie, von der Drehung des Himmels[37] mit fortgerissen, na Westen zurückkehre, nachdem sie gen Morgen geeilt war Jordan, der im Eingang seines Geschichtsbuches die germanisch Goten mit den thrakischen Geten verwechselt und vermengt, füh zwar diese Wissenschaft auf die Lehren des Thrakers Dicine zurück, aus dem angeführten Namen ihrer Gesetzbücher, Bell gines[38], geht aber hervor, daß es sich hier wirklich um die Gote

[36] Dies bisher unerklärte Wort könnte mit ahd. ewa, Recht, verwa und wie ewart, Richter, Priester, gebildet sein.

[37] Diese zuerst von Anaximander (6. Jahrh.) in Worte gefaßte, v Ptolemäos verbesserte Anschauung beherrschte das ganze Altertum u Mittelalter bis auf Kopernikus und Kepler.

[38] In diesem entstellten Wort steckt jedenfalls das an. schwed. lag, Ge setz, vielleicht zusammengesetzt mit vel, got. vaila, gut. Ein von Sievers (Grundr. d. germ. Philol.) und anderen Germanisten angenommes bilagine ist nicht zu belegen.

andelt. Sagt doch auch Olaf Magnus[39] von ihren in der
lten Heimat zurückgebliebenen Nachkommen, daß sie ohne große
ilfsmittel, durch Vergleichung des Schattens u. dgl. „die Zeit
ohl zu messen verstehen" und „das Himmelsgewölbe mit seinen
ternbildern trefflich beobachten".

Schon dem Urmenschen, der sich kaum über tierische Zu-
ände erhoben hatte und dessen Verstand sich eben erst zu
twickeln begann, mußte der durch die Umdrehung der Erde
tretende Wechsel von Licht und Finsternis auffallend und
chtig erscheinen; denn da das menschliche Auge für das Tages-
cht eingerichtet ist, war die Zeit der Helligkeit von selbst für
s Nahrungsammeln, die der Dunkelheit zum Ausruhen bestimmt.
e Unterscheidung von Tag und Nacht war daher unzweifelhaft
e älteste Art der Zeitteilung, der erste Anfang der Zeitrechnung.
 den Fingern wurde jedenfalls ursprünglich eine Reihe von
gen oder Nächten, soweit die Erinnerung reichte, abgezählt,
äter die Anzahl durch Kerben oder Ritzen auf Holz, Bein oder
ein im Gedächtnis festgehalten. Während ungezählter Jahr-
sende hat sich wahrscheinlich der Mensch mit dieser einfachsten
echnung begnügt, bis die allmählich höher steigende Gesittung
d die Anfänge gesellschaftlichen Lebens auch die Feststellung
d Umgrenzung größerer Zeitabschnitte zum Bedürfnis machte.
So lange die Erde steht", heißt es schon in der Genesis, „soll
cht aufhören Same und Ernte, Frost und Hitze, Sommer und
inter, Tag und Nacht". Der Wechsel der Jahreszeiten mit
rer für das menschliche Leben so wichtigen Verschiedenheit der
ärme und Fruchbarkeit mußte sich früh der Beobachtung auf-
ängen und dem Gedächtnis einprägen. Doch sind diese Abschnitte
emlich lang und unter den verschiedenen Himmelsstrichen von
ngleicher Dauer.

„Es werden Lichter", lesen wir in der mosaischen Schöpfungs-
eschichte, „an der Feste des Himmels, die da scheiden Tag und
acht und geben Zeichen, Zeiten und Jahre". Von diesen
immelslichtern zeigt das „kleinere", die „Nacht beherrschende",
er Mond, so auffallende Unterschiede in seiner Erscheinung,

---

[39] Historia de gentibus septentrionalibus, Antverpiae 1562, Cap. 19:
clarissime per experientiam temporum rationem metiuntur, Cap. 20: praeterea
polum Arcticum mire observant, uti gnomonem totius coelestis horologii.

bald eine runde Scheibe, bald einen Halbkreis, bald eine Sichel mit zwei Hörnern, und zwar in so regelmäßiger Wiederkehr, daß er sich dem erwachenden Verstand von selbst als Zeitmesser[40] darbot. Die Zeit von einem Neumond bis zum anderen[41] wurde einfach als „Mond“ oder mit einer Ableitungsendung als Monat (skr. mas, gr. μην, lat. mensis, got. menoths, ahd. manoth, lit. menesis, sl. meseci) bezeichnet. Nach Neumond und Vollmond zerfiel dieser Zeitraum von selbst in zwei, nach den Mondvierteln in vier Abteilungen von je sieben, bzw. acht Tagen. Hatte sich der Mondwechsel zwölfmal vollzogen, so befand man sich wieder in der gleichen Jahreszeit, d. h. der Tag hatte ungefähr dieselbe Länge und die Erde, je nach dem Kreislauf der Lebensentwicklung, das nämliche Aussehen. So kam der Mensch auf die Zwölfteilung und zerlegte auch Tag und Nacht in je 12 Stunden. Bei schärferer Beobachtung stellte sich aber bald heraus, daß mit dieser Rechnung die Jahreszeiten sich verschoben, daß von Zeit zu Zeit ein Ausgleich nötig war. Da nämlich zwölf Monde nur 354 Tage enthalten, blieb das Mondjahr hinter dem Sonnenjahr um elf Tage zurück. Die einfachste und nächstliegende Aushilfe war, in jedem zweiten Jahr einen Schaltmond von 22 Tagen einzuschieben. Die Erinnerung an diese Art der Zeitrechnung scheint sich ziemlich lange erhalten zu haben; wir lesen von ihr bei Herodot (II 3[illegible]) als einer alten Gewohnheit der Hellenen, und Plutarch spricht davon in seiner Lebensbeschreibung des Königs Numa (18): „Numa berechnete, daß der Unterschied aus jener Ungleichheit elf Tage ausmache, weil das Mondjahr 354, das Sonnenjahr dagegen 365 Tage hat; indem er diese elf Tage verdoppelte, fügte er immer übers andere Jahr nach dem Februar einen Schaltmonat ein, der von den Römern Mercedonius genannt wird und 22 Tage zählt.“ Die Angelsachsen hatten, wie Beda[42] berichtet, diese Sitte noch in christlicher Zeit beibehalten: „ternos menses solares singulis

---

[40] „Der älteste Zeitmesser“, schreibt Schrader (a. O. S. 976), „der idg. Völker war der Mond.“ Wir dürfen wohl sagen, aller Völker, die nach dem Sonnenlicht schon Tag und Nacht zu unterscheiden wußten.

[41] Die eigentliche Umlaufszeit des Mondes, der siderische oder tropische Monat, beträgt nur 27,32 Tage. Für die Zeitrechnung kommt aber nur die Zeit von einem Mondalter zum andern, der synodische Monat mit 29,53 Tagen, in Betracht.

[42] De temporum ratione, c. 13. Op. ed. Giles, London 1843/4.

ani temporibus dabant, cum vero embolismus, hoc est XIII menium lunarium annus, occurreret, superfluum mensem aestati pponebant, ita ut tunc tres menses simul Lida[43] nomine vocarentur, t ob id annus thrilidus cognominabatur, habens quatuor menses estatis . . .

Eine wesentliche Verbesserung war die nach Herodot schon en Ägyptern bekannte Einteilung des Jahres in zwölf Monate on je 30 Tagen, wobei aber immer noch jährlich oder in beimmten Zwischenräumen einige Tage eingeschaltet werden mußten. uch von diesem verbesserten Mondjahr finden sich Spuren bei en Nordgermanen. „Cum enim", heißt es in der Rimbegla[44], annus vetus Norvegorum diebus trecentis sexaginta quatuor constaret, uem numerum septenarius metitur, et singulos menses tricenarios aberet . . ." Nicht mit Unrecht haben manche Forscher, wie igfusson[45] und Weinhold[46] daraus geschlossen, daß in Nordropa dem 364tägigen Jahr ein solches von 360 Tagen, drei rmanischen „Großhunderten", vorangegangen sei. Daß noch der Heidenzeit beide mit dem Sonnenjahr in Einklang gebracht urden, erzählt Ari der Weise (Frodi) im 4. Abschnitt seinesländerbuchs[47]: „Damals berechneten die weisesten Männer im ande das Doppel-Misseri[48] zu 364 Tagen, das sind 52 Wochen der 12 Monate zu je 30 Nächten und vier Tage darüber. Nun erkten sie am Sonnenlauf, daß sich der Sommer immer mehr egen das Frühjahr zurückverschob". Durch einen Traum ermutigt, achte auf einer Volksversammlung um die Mitte des 10. Jahrunderts ein gewisser Thorstein den Vorschlag, „in jedem

---

[43] Sie hatten auch im gewöhnlichen Jahr zwei Sommermonate dieses amens, Junius Lida, Julius similiter Lida. Beda leitet den nach Grimm cher „uralten" Namen vom ags. lidh, lind, oder lid, Schiff, ab (Lida dicitur landus sive navigabilis), doch bedeutet er vielleicht ursprünglich „klein", d.h. on nur 22 Tagen, dän. liden.

[44] Rymbegla, sive rudimentum Computi ecclesiastici veterum Islandorum, d. Stephanus Björnonis, Havniae 1780.

[45] Corpus boreale poëticum I 429. Oxford 1883.

[46] Altnordisches Leben, Berlin 1856.

[47] Islendinga-bok Ara prests. In der Sammlung Islendinga sögur I, Kaupmannahöfn 1829.

[48] Dies bisher nicht erklärte Wort (ags. missar) denke ich mir aus mithjeri (got. jer, Jahr, und midja, Mitt., lat. dimidium, Hälfte) entstanden; ähnlich gebildet sind Mittag, Mittnacht (Mitternacht ist der Dativ), Mittsommer, Mittwinter, Mittwoch.

siebenten Jahr eine Zuschlagswoche" einzuschalten, was sofort zum Gesetz erhoben wurde. Diese Schaltwoche, die jeweils dem Sommer zugefügt wurde und daher „Sommerzuschlag" (sumarauki, auch aukanätr oder lagningarvika) hieß, galt nach der Überlieferung allgemein als Erfindung Thorsteins[49] und hatte den Vorzug, die Verschiebung der Jahreszeiten zu verhindern und doch die Wochenrechnung, die Teilbarkeit der Jahrestage durch sieben festzuhalten.

Die „Bedenken" und „Schwierigkeiten" Bilfingers[50] gegenüber dieser Überlieferung, „die von jeher für die ganze Theorie von einem besonderen altnordischen Jahr die erste und wesentliche Grundlage gebildet hat", kann ich nicht teilen und finde. Aber freilich, dieser Forscher hat ja bedauerlicherweise eine große Menge von Arbeit aufgewendet, um „die glaubhafte Überlieferung" der Nordländer „als eine Täuschung" hinzustellen und ihnen eine eigene Zeitrechnung, mit Ausnahme „der natürlichen Monate", abzusprechen.

Ein beredtes Zeugnis von der nordischen Jahreseinteilung und Zeitrechnung geben die Runenkalender, deren ältestbekannte zwar kaum über das 14. Jahrhundert zurückgehen, deren Gebrauch aber, da sie zumteil „noch die alten Runen tragen", auch nach Bilfinger wahrscheinlich „so alt ist, wie die Einführung des julianischen Kalenders selbst". Als aber das Christentum bei den nordgermanischen Völkern Eingang fand — vom 10. Jahrhundert an, sein Sieg war erst im 12. entschieden — waren die alten Runen längst außer Gebrauch und durch die spätnordischen ersetzt, und schon daraus geht hervor, daß diese merkwürdigen Denkmäler altnordischer Gesittung und Wissenschaft älter sein müssen als die Einführung des Christentums. Sie bilden daher die beste Grundlage unsrer weiteren Betrachtungen über „altgermanische Zeitrechnung" und mahnen uns, vor allem eines Mannes zu gedenken, mit dem ich mich in doppelter Hin-

[49] Landnamabok, c. 23, Laxdälasaga, c. 6: Thorstein Surtr er fann sumarauka.

[50] Untersuchungen über die Zeitrechnung der alten Germanen. I. Das Altnordische Jahr. Stuttgart 1899. — Vgl. auch den von ihm bekämpften gelehrten, aber seiner Einbildungskraft allzusehr die Zügel schießen lassenden Finn Magnusen, Specimen Calendarii gentilis veterum Gothorum etc. 3. Band von Edda Saemundar hins Froda, Havniae 1828.

cht geistesverwandt fühle und dessen berühmte Fasti Danici[51] s bahnbrechende Hauptwerk auf diesem Gebiet bilden, eine chier unerschöpfliche Fundgrube", nach Schnippels (a. O.) effenden Worten, für alle späteren Bearbeiter. Olaf Worm, teinisch Olaus Wormius, geboren 1588 in Aarhus, gestorben 354 in Kopenhagen, hat auf deutschen Hochschulen, Marburg, ießen, Straßburg und Basel, zuerst Theologie und alte Sprachen, äter Medizin studiert und große Reisen durch Italien, Frankich, England und die Niederlande gemacht. Schon im Jahr 1613 urde er Professor in Kopenhagen und zwar zuerst der schönen issenschaften und der griechischen Sprache, erst später, 1624, r Medizin,[52] Leibarzt des Königs und Mitglied der Akademie. wohl ein vielgesuchter Arzt und akademischer Lehrer der ilkunde, fand er doch noch Zeit für eingehende Beschäftigung t der großen Vorzeit seines Volkes und verdient beispielsweise, ben dem Schweden Johann Bure,[53] dem Lehrer Gustav Adolfs, s Begründer der Runenforschung genannt zu werden.

Morborum terror, Wormi, domitorque minacis
Languoris, Medicae gloria magna scholae,
Nominis extendis famam et praeclara trophaea
Erigis, haud ullo corruitura die.

Schrecken der Krankheit, Worm, und Besieger bedrohlichen Siechtums,
Bist Du der Hochschul' Stolz, Zierde der ärztlichen Kunst.
Aber noch weiter verbreitet den Ruhm deines Namens, errichtet
Hast Du ein Denkmal dir, nicht von vergänglicher Art.

Mit diesen wohlberechtigten Worten begrüßte den als Arzt e als Altertumsforscher gleich hervorragenden Mann einer seiner ntsgenossen, der Theologe Brochmand, nach Vollendung seines erkes über die dänischen Runenkalender.

Solche Jahrstäbe (arstaf) oder Zahlstöcke (rimstock) waren, sonders vor der Erfindung der Buchdruckerkunst, im germanischen Norden, aber auch in anderen Ländern, in Deutschland,

---

[51] Fasti Danici, universam temporis computandi rationem antiquitus Dania et vicinis regionibus observatam tribus libris continentes. Hafniae 1643.

[52] In der Anatomie ist sein Name durch die Wormschen Knochen, ossicula ormiana, verewigt.

[53] Johannes Bureus, geb. 1568, gest. 1652. Runakänslones Lärospan, e. Elementa runica. Upsala 1599.

England, Frankreich als Hilfsmittel für die Zeitrechnung und zur Bestimmung der beweglichen Feste sehr verbreitet. Einige Abildungen dieser „immerwährenden Kalender“ bei Worm, Liljegren,[54] Frati,[55] Schnippel, Magnusson[56] mögen Ihnen, meine Herren, eine Vorstellung von ihrer Beschaffenheit und Einrichtung geben. Zum erstenmal erwähnt werden sie in der berühmten „Geschichte der nordischen Völker“ des Erzbischofs von Upsala, Olaf Magnus,[57] die auch schon eine bildliche Darstellung enthält. Die begleitenden Worte sind so merkwürdig, daß eine sinngemäße Übersetzung des mittelalterlichen Lateins geboten scheint: „Wie nach lateinischen und griechischen Schriftstellern“, heißt es dort im 20. Kapitel des ersten Buches, „die Goten im Waffenwesen und in allen kriegerischen Dingen ausgezeichnete Erfahrungen und Kenntnisse besaßen, so sagen die gotischen

[54] Run-Lära, Stockholm 1832. Vom gleichen Verfasser auch Runstafv och dess sinnebilder etc., Stockholm 1829.

[55] Di un Calendario Runico della Pontificia Università di Bologna, 1841. — Der Kalender stammt aus Frankreich und trägt die Jahrzahl 1514 sowie die Inschrift Moisi Anthoinne Porlet; Simon Vincent de Macom.

[56] On a runic calendar found in Lapland in 1866. Cambridge, at the University press, 1878.

[57] Historia de gentibus Septentrionalibus, authore Olao Magno, Gothi Archiepiscopo Upsalensi etc. Antverpiae 1562. Prim. ed. Romae 15[illegible] Quemadmodum Latini et Graeci authores asserunt, Gothos in armis et militaribus disciplinis consummatam habere experientiam et cautelam, ita Gothici scriptores aiunt, eos domi forisque multarum et utilium rerum tenere notitiam et experientiam, ac praesertim astrorum scientiam, qua plurima possint divinare futura, prout his annexa figura in parte demonstrat. Cernitur hic homo senex atque adolescens, baculum Gothicis characteribus insignitum habentes, tali ratione iusculptum, ut videatur, quibus instrumentis vetustissimo tempore, dum librorum usus non esset, lunae solisve et caeterorum syderum virtutes et influentias infallibili eventu cognoverint, prout hoc tempore fere incolae omnes agnoscunt. Baculus itaque humana longitudine formatus, utroque latere numero hebdomadarum anni, pro qualibet hebdomada Gothicas literas septem habens, quibus aurei numeri et literae dominicales (post acceptum Christianismum) patria voce ac figuris distinguuntur. Nec aliis libris multiplici temporum circulo in astrorum interpretationibus utuntur. Caeterum parentes filios suos laïcos, imo mater filias vel domi feriatis diebus vel in accessu Ecclesiarum, ita instruunt, ut non minus eruditione quam experientia artis indies efficiantur perfectiores. Vetusta enim gentis consuetudo, baculis huiusmodi rurales Ecclesias visitando iu prolixis itineribus laïci se sustentant, atque pariter convenientes, certis adductis rationibus, veriores venturi anni indicant qualitates . . .

eschichtschreiber, sie hätten auch daheim und auswärts gute
unde von vielen nützlichen Dingen, ganz besonders von den
estirnen, vermöge deren sie oft die Zukunft erraten könnten,
ie obenstehende Abbildung zeigt. Man sieht hier einen Greis
nd einen Jüngling, die einen mit gotischen Buchstaben versehenen
tab in Händen halten, so geschnitzt, daß zu ersehen, mit welchen
ilfsmitteln man in ältester Zeit, als es noch keine Bücher gab,
e Kräfte und Wirkungen des Mondes, der Sonne und der übrigen
estirne in unfehlbarer Weise kennen lernte, wie dies auch heute
ch alle Landbewohner tun. Der Stab von menschlicher Leibes-
nge trägt auf beiden Seiten für jede Woche des Jahres sieben
chstaben und andere Zeichen, mit denen die sogenannten
ldenen Zahlen und — nach der Einführung des Christen-
ms — die Sonntagsbuchstaben unterschieden werden. Andere
ücher brauchen sie im wechselvollen Lauf der Zeiten zum
rständnis der Gestirne nicht. So lehren die Väter ihre un-
ndigen Söhne, so die Mütter die Töchter, entweder zu Hause
freien Tagen oder beim Kirchgang, daß sie durch Unterweisung
d Erfahrung immer ausgebildeter in der Kunst werden. Denn
ist eine alte Gewohnheit des Volkes, auf solche Stäbe bei den
ngen Wanderungen zur Kirche sich stützend, beim Zusammen-
mmen nach bestimmten Grundsätzen zu erwägen, was wohl das
mmende Jahr bringen werde . . ."

Um sie bequem zur Hand und immer vor Augen zu haben,
rden diese Volkskalender auf allen möglichen Gegenständen
d Geräten des täglichen Gebrauchs[58] angebracht, so außer auf
ehstöcken auch an Schwertscheiden, Speerschäften, Axt- und
eitschenstielen, Maßstäben, Mangelhölzern, Schränken, Laden,
ragbalken, Türpfosten u. dgl., manchmal auch in Buchform (daher
meböcker) auf Holz- oder Beinblättchen,[59] die sich leicht
nstecken und entweder fächerartig entfalten oder buchartig auf-

[58] Ebenso wurde auch die Runenreihe auf Waffen, Schmucksachen u. dgl.
ngebracht, um jederzeit als Hilfsmittel beim Lesen oder Abfassen einer In-
hrift dienen zu können.

[59] Diese Art der Anfertigung wird von Worm „tessellatim" genannt.
on tesserulae, Täfelchen. Solche „Tesslen" sind zum Rechnen, Vertrag-
chließen u. a. noch heute im Vispertal im Gebrauch. Im Archiv des englischen
Parlaments sollen zu Anfang des vorigen Jahrhunderts noch viele derartige
ölzerne Urkunden vorhanden gewesen sein, die man dann als „unnütz" ver-
rannte.

klappen ließen. In der Altertümersammlung der Universität von Lı
sah ich vor kurzem einen solchen Runenkalender auf ein
hölzernen Schwert, das mich lebhaft an die durch einen Ha
griff in eine Hiebwaffe verwandelte Sensenklinge des Dresde
Johanneums erinnerte. Wenn ich recht weiß, wird diese gewö
lich mit einem Anführer im Bauernkrieg, und zwar mit Thoı
Münzer, in Verbindung gebracht, doch zeigen auf der gena
Abbildung[60] Heiligennamen (z. B. des schwedischen Königs Eri
und Gestalt der Runen, daß sie aus Schweden stammt uud wa
scheinlich von einem Soldaten im dreißigjährigen Krieg getra
wurde. Ganz besonders beliebt als Träger eines immerwähren
Kalenders war der tägliche Begleiter auf kurzen und wei
Gängen, der Handstock, und es sei mir daher gestattet, die
verherrlichenden Verse des Johann Loccenius,[61] geb. 1597
Itzehoe, gest. 1677 als Professor in Upsala, hier anzuführen:

Quos aliis fastos signat numerosa papyrus,
Comprendit baculus, quem tenet una manus.
Simplicis illud opus non simplex crede coloni,
Annos quo notat et computat ipse dies,
Quando recens oritur vel deficit atque coactis
Cornibus in plenum menstrua luna redit,
Et quae tam soleant festorum figere certo
Tempore, quam gressum sueta movere, tenet.
Quid? sese baculus commendat Runicus usu
Duplice, dum rector temporis atque pedum.

Was auf zahlreichen Blättern papierner Kalender zu finden,
All das kündet der Stab, hält eine einzige Hand.
Dieses fürwahr nicht einfache Werk eines einfachen Bauern
Hilft ihm zu merken das Jahr und zu berechnen den Tag,
Auch wann der Mond sich erneuet und wann er dann wiederum abnim
Wann sich zum Vollmond drauf rundet sein doppeltes Horn
Alles erklärt er genau, die nicht sich verschiebenden Feste,
Wie auch solche, die stets wechseln im Wandel der Zeit.
Traun, dir gereichet der Stock mit den Runen zu zwiefachem Nut
Lehrt dich erkennen die Zeit, leitet den eilenden Fuß.

Im 17. Jahrhundert, zur Zeit von Loccenius, waren sol
„Jahrstäbe" noch in den Händen vieler Bauern, die sie nicht ı

---

[60] Berichte der Königl. Sächs. Gesellsch. d. Wissenschaften, phil.-h
Klasse 1887, Schnippel, Über das Runenschwert des königl. hist. Muse
zu Dresden.

[61] Antiquitatum Sueogothicarum libri tres, 1650, IV edit. Fran
forti 1676.

instreich selbst zu schnitzen verstanden, sondern auch „so genau ie ihre Finger kannten" (qui signa illorum non modo scipionibus tificiose insculpere sciunt, sed etiam tam exacte quam digitos os norunt). Nach ihnen richtete sich die ganze Feldarbeit, und ann die richtige Zeit zum Pflügen, Säen, Ernten war, wußte mit rer Hilfe jedes Kind:

Tempora, quae messor, quae curvus arator haberet,
Hoc quibat parvus indice scire puer.[62]

Von der sinnreichen Anordnung und der gedrängten Fülle s Inhalts dieser Kalender können wir uns am leichtesten durch s Beispiel eines der bestgearbeiteten und bestbeschriebenen urch Schnippel), nämlich des Runenstocks der Oldenburger ammlung, überzeugen. Von dem dicken Ende des 134 cm langen abs aus Zwetschgenholz ziehen sich nach dem dünneren bis zu der Länge sechs gleichlaufende Streifen, die ganze Rundung llend und aus zwei Hälften so zusammengesetzt, daß sie drei 12 gleiche Abschnitte geteilte Streifen bilden, von denen der obere lerlei Bilder, die beiden unteren Reihen von Runen enthalten. ie 12 Abschnitte sind durch Kreise mit doppeltem Umfang zeichnet, die innen Sonne und Mondsichel, im oberen und nteren Randband dagegen römische Zahlen in verschiedener Anrdnung enthalten. Die Zwölfteilung zeigt uns sofort, daß wir es it den Monaten zu tun haben, und die sehr deutlichen Darellungen des obersten Streifens versinnbildlichen die Arbeiten, flug, Egge, Sense, Heugabel, Dreschflegel, Melkkübel, Fischnetz, agdspieß, Pfeil, aber auch die Feste, Krone, Kreuz, Schlüssel, ischofsstab, und die Freuden, Kanne, Trinkhorn, Schlitten, Schiff, ind, Gans, des Jahres. Die römischen Zahlen der Kreisbänder - nur Einer und Zehner, gefällig nach dem Gleichmaß angeordnet — geben sechsmal, oben und unten zusammengerechnet, 4, im März und September zu gleichen Teilen von je 12, und ind dadurch ohne weiteres als Verhältniszahlen der Tag- und achtlängen, oben durch die Sonne, unten durch den Mond bezeichnet, zu erkennen. Januar, April, Mai, Juli, August, November drücken das Verhältnis nicht in ganzen Stunden, sondern n genauerer Ausrechnung[63] durch Brüche aus und zwar durch $\frac{16}{27}$

[62] M. Stephanus Johannis F. ad. Ol. Wormium, Fasti Danici.

[63] Die Verhältniszahlen beziehen sich in dieser Genauigkeit immer auf den 21. Tag jedes Monats.

im ersten und letzten, $\frac{24}{19}$ im zweiten und fünften, $\frac{26}{17}$ im dritt
und vierten der genannten Monate. Daß der längste Tag
Juni 18, der kürzeste im Dezember nur 6 Stunden hat, stim
zu einer geographischen Breite von 58° 25′, trifft daher für
mittlere Schweden in der Gegend von Nyköping zu. Da si
nach Schnippels Worten, die gleichen Angaben in den meis
mittelalterlichen Kalendern finden, „selbst wenn dieselben für
südlicher gelegene Gegenden bestimmt sind", so ist dies
schwerwiegender Beweisgrund für ihren nordischen Ursprung.

Die beiden unteren Streifen sind durch Runen ausgefüllt,
mittlere in fortlaufender Reihe, der andere mit Zwischenräum
die aber nicht größer als ein einzelnes Runenzeichen sind.
ersteren kehren in der gleichen Reihenfolge dieselben 7 Zeicl
wieder, die ersten der nordischen Runenreihe[64], und zwar 52mal
einem überschüssigen; es ist daher klar, daß sie die Wochentag
eines gemeinen Jahrs von 365 Tage bezeichnen, die in gleicl
Weise wie noch jetzt auf die 12 Monate verteilt sind. Wir hal
es also mit der seit nahezu zwei Jahrtausenden geltenden Jahr
einteilung, mit dem im Jahr 45 v. Chr. durch Cäsar eingeführt
„Julianischen Kalender" zu tun. Das untere Runenband enth
19 verschiedene Zeichen, die 16 des spätnordischen Futhork u
drei auch sonst meist als Zahlzeichen gebrauchte Doppelrun
al mm thth, also die Zahlen 1—19, wodurch ihre Beziehung z
neunzehnjährigen Mondkreislauf sofort in die Augen springt. Au
diese Zahlen wiederholen sich in regelmäßiger Reihenfolge, u
zwar mit Abständen von je acht,[66] 9 17, 6 14, 3 11 19, 8
5 13, 2 10 18, 7 15, 4 12, u. s. f. Es sind die „goldenen Zahle
(numeri aurei), die angeben, daß beispielsweise in jedem 9. Ja
eines Mondkreislaufs Neumond auf den 1. Januar, 1. Febru
2. März usw. fällt; man nannte sie daher im Altschwedisch
außer gyllental auch primstaf von Prima Luna. War nun Neuja

---

[64] Sie wird nach den 6 ersten Zeichen Futhork, gemeingermanis
Futhark, ähnlich wie unsere Buchstaben Abc oder Alphabet, genannt.

[65] Wenn Schnippel dies eine „irrtümliche Behauptung" nennt, so me
er damit nur, daß die Runen nicht in jedem Jahr die gleichen Tage bedeut

[66] Im gleichen Monat rücken die Monderscheinungen von Jahr zu Ja
entweder um 19 bzw. 20 Tage vor oder gehen, wenn dies nicht möglich,
12 zurück; der Unterschied 8 steht demnach ebenfalls in Beziehung zu
Cyclus lunaris.

ɜr erste Tag nach Neumond, so zählte man von da bis zum ersten onntag, und die entsprechende Rune des oberen Bandes, z. B. Ur ınser B nach der Stellung im Alphabet) war dann der „Sonntags-uchstab“ (litera dominicalis) des Jahres, d. h. alle mit Ur be-ɜichneten Tage waren Sonntage, die mit Thurs (C) Montage, die ıit Oss (D) Dienstage usw.

Gäbe es keine Schalttage, so würden immer in 7 Jahren die berschüssigen Tage eine Woche ausmachen und die Wochentage üßten nach Umlauf dieser Zeit wieder auf das gleiche Datum llen; da aber auch die Schalttage wieder eine neue Woche bilden üssen, dauert es 7 mal 4, d. h. 28 Jahre, bis dies zutrifft. Im egensatz zum Cyclus lunaris hat man diesen Zeitraum Cyclus ılaris (an. solcykl) genannt. Die christliche Zeitrechnung zählte e Mondzyklen vom Jahr 1, die Sonnenzyklen vom Jahr 9 v. Chr. nem Schaltjahr,[67] an. Dafür hatte man den Merkspruch:

Annis adde novem domini, partire per octo et
Viginti: cyclus sic tibi notus erit.

Auch gab es zur Erleichterung der Berechnung besondere ıbellen, sog. „Ostertafeln“, wie sie schon in **Worms** grund-ʒendem Werk (Fasti Danici) abgebildet[68] sind. Am untern Ende s Oldenburger Runenstabes befinden sich noch 6 kleinere Runen-ınder, von denen eines den erwähnten Sonnenzyklus darstellt, e andern die Aufgangs- und Untergangszeit der Sonne für die ızelnen Monate und die Ostervollmonde für eine bestimmte Zeit ıgeben. Damit dem Ernst auch der Scherz nicht fehle, ist unten ıch ein im Norden beliebtes Spiel, mit dem man sich die langen internächte zu verkürzen pflegte, das „Petersspiel“, Sankt Peders ɜk, beigefügt.

Unser Stab zeigt uns demnach den Runenkalender in seiner ıöchsten und reichsten Ausgestaltung“ (**Schnippel**), gehört zu ın jüngsten seiner Art und stammt nach verschiedenen ızeichen aus der Zeit nach der Berichtigung und Verbesserung eser Kalender durch Graf **Ehrenpreuss**, **Digelius**, **Krook**

[67] Die Schaltjahre vor Christi Geburt haben ungerade Zahlen, 1, 5, 9 s. f.

[68] Vgl. auch **Piper**, Karls des Großen Kalendarium und Ostertafel, ɜrlin 1858.



u. A.[69], d. h. aus dem 18. Jahrhundert. Dabei stimmt er a in seiner Grundanlage durchaus mit den ältesten überein, sehr viel Altertümliches bewahrt und spiegelt gewissermal „die ganze Entwicklungsgeschichte des runischen Kalende wieder. Die sehr schön und deutlich eingeschnittenen Ru erinnern an die ältestbekannte Gestalt derselben, und die ü vielen Tagen angebrachten Kreuzchen, zumteil nur mit ein Arm, bezeichnen meist noch die katholischen Feiertage, da aber auch am 6. November, durch ein Szepter kenntlich, Todestag Gustav Adolfs. Obwohl demnach auch die Run kalender mit der Zeit fortgeschritten sind, halten sie doch, man sieht, ungemein streng am Hergebrachten fest, was daraus erklärt, daß manche von ihnen sich wohl durch Ja hunderte im gleichen Geschlechte vererbt haben, dass die ne immer wieder nach dem Vorbild der alten verfertigt wurd Waren sie doch, vor der Erfindung und Verbreitung des Bu drucks, den Nordländern unentbehrlich: „quibus docent“, schr Olaus Magnus (XVI 1) „disputant, interrogant et conclud lunares coniunctiones et oppositiones ac cursus, festa mobilia fixa; pariter et signa dierum infallibili experientia, quasi e li declarata legerent, exponuntur et interpretantur.“ Muster Vorbilder wurden an geweihter Stätte, in den Kirchen, z. B. Nidaros[70], heute Drontheim, aufbewahrt, und es ist mehr wahrscheinlich, dass dies schon in den Heidentempeln der F war, daß von jeher die Priester als Lehrmeister solcher Wiss schaft galten.

Wann aber — diese Frage ist nun zu beantworten — si die ersten Runenkalender im Norden entstanden, haben wir

---

[69] Vergl. Liljegren, Run-Lära und Monumenta Runica, Stockh 1832 u. 1834.

[70] Fasti Danici I 6: Retulit vir quidam literatus et honestus, se rustico quodam in hoc negotio versatissimo, unde hanc scientiam hausi et a quibus ad ipsum haec temporum computandi ratio delata esset, ex catum esse: qui respondit, avum suum paternum a monacho quodam h didicisse ac maiores suos narrasse, fastos quos ab ipsis in se derivatos teneb iuxta archetypum vetustissimi cuiusdam libri in Nidrosiensi ecclesia ass vati confectos esse. Huius autem libri autorem ante centenos aliquot an vixisse addebat. Ex quibus de factis, prout iam conspiciuntur, locutum e eum satis apparet. Hi etenim ad exempla vetustiorum etiamnunc a r ticis nostris fabricantur.

ur, wie Kästner[71] gemeint hat, als Übersetzungen christlicher
ondkalender „ins Runische" zu betrachten oder dürfen wir ihnen
hen vom Christentum unabhängigen Ursprung, der selbstver-
ändlich spätere Verbesserungen nicht ausschließt, zuschreiben?
Gerade wie in der Runenfrage im allgemeinen, so stellt sich
i eingehender und vorurteilsfreier Untersuchung auch auf
esem Sondergebiet heraus, daß die nordischen Schriftsteller des
. und 17. Jahrhunderts, Magnus, Bureus, Worm, Locce-
ius, Wexionius[72], Rudbeck, Stjernhjelm, Verelius[73],
e nach Schnippels Worten „in dem Runenstabe Beweis und
berbleibsel einer uralten Kultur" sahen, keineswegs durch „ein
chgesteigertes Nationalgefühl oder in einer patriotisch gefärbten
elehrsamkeit" nur in Hirngespinsten sich verloren haben,
ndern daß ihre Ansichten trotz manchen Übertreibungen und
rtümern doch einen gesunden Kern enthalten. Den entgegen-
setzten Anschauungen des 18. und 19. Jahrhunderts, die
folge falscher Voraussetzungen die Nordvölker für rohe
ilde hielten, die alle und jede Kenntnis und Gesittung der
rührung mit der klassischen Welt und durch sie mit dem
orgenlande verdanken, dürfen wir heute auf Grund besserer,
sonders durch die naturwissenschaftliche Rassenforschung
langter Einsicht mit den schon über 300 Jahre alten Worten
caligers begegnen: „Nicht alle Weisheit war bei den Chal-
äern oder im Orient zu Hause, auch die Menschen des Westens
nd des Nordens waren folgerichtig denkende Wesen".
Es wäre ein „wunderbarer Zufall", ja „einfach undenkbar",
eint Schnippel, und er befindet sich damit in Überein-
immung mit hervorragenden nordischen und deutschen Gelehr-
n. Strömer, Fryksell[74], Kästner, Ideler[75] u. A., wenn im

[71] „Beschreibung eines runischen Kalenders, welcher sich auf der
eipziger Ratsbibliothek befindet", in der Sammlung einiger ausgesuchter
tücke der Gesellschaft der freyen Künste zu Leipzig III 20, 1756.

[72] Expitome descriptionis Sueciae, 1650.

[73] Hervarar Saga und Manuductio compendiosa ad Runographiam,
psalae 1672 und 1675.

[74] Kort och tydelig Underwisning, huru man skal förstå och bruka
unstafven, Upsala (3 Auf. 1748.) De antiquitate Calendarii Runici. Dissert.
olmiae 1758.

[75] Über das Alter der Runenkalender, Abhdlg. d. Akad. d. Wissensch.
u Berlin, hist.-phil. Klasse, 1829.

Norden eine völlig selbständige und doch so ganz über
stimmende Erfindung des immerwährenden Mondkalenders
den ebenfalls übereinstimmenden Voraussetzungen der s
ständigen Entdeckung des 19jährigen Mondzyklus, der glei
Normaljahre, des gleichen Anfangs unter 365 Tagen und
gleichen Einteilung dieser 365 Tage durch die Siebenzahl" s
gefunden hätte: „es wird daher wohl", fügte er hinzu, „d
bleiben müssen, dass die Nordländer erst nach ihrer Bekeh
zum Christentum jenes Hilfsmittel der christlichen Festrech
erhielten und ihrerseits demselben nur seinen runischen
druck verliehen". Nach der Erzählung des Hekatäos han
es sich aber, wie wir gesehen haben, gar nicht um eine dop
Entdeckung des großen Mondjahrs, des Tunglet aulld
Skandinavier, sondern diese Kunde stammt ursprünglich aus
Norden und hat sich teils durch die Wanderungen der sta
verwandten Völker, teils durch freundschaftliche Beziehu
mit der Götterverehrung, der Buchstabenschrift und an
Kulturgütern verbreitet. Das altgermanische Jahr h
ursprünglich gar nicht 365, sondern wahrscheinlich zuerst
354 (= 12 Mondumläufe), später 360 (= 12 Monate zu je
oder drei Großhunderte) und erst infolge wiederholter
besserungen 364[76], (= 52 Wochen), zuletzt 365, bzw. 366 T
Von solchen Berichtigungen aus christlicher Zeit stammt auch
Anfang des bürgerlichen Jahres am 1. Januar (die ält
Runenkalender beginnen mit dem Julfest, dem längsten
dem Sommer- oder Winteranfang) und die Zählung der 19-
28jährigen Kreisläufe vom Jahr 1, bzw. 9 v. Chr. Daß aber
Berechnung der beweglichen Feste nach den Monderscheinu
erst von der christlichen Kirche eingeführt sei, ist eine n
zu beweisende Behauptung; es spricht vielmehr manches da
daß schon in vorchristlicher Zeit nach Vollmond und Neum
die Zeit bestimmt wurde, nicht nur bei den Germanen, sond
auch bei andern arischen Völkern. Die Römer z. B. set
nach Plutarch (Marius 26) die Sommersonnenwende auf
dritten Tag vor dem Neumond des 6. Monats[77], ganz nach

[76] Vergl. Magnusson (a. O.)

[77] Dass Plutarch dafür den Sextilis oder Augustus nennt, ist
eine Verwechslung des alten mit dem neuen Jahresanfang, denn die Som
wende muß ja in den Juni fallen. Die Schlacht an der Allia fiel auf

Art späterer christlicher Festberechnung, den König Ariovist verkündeten (Caes. B. G. I. 50) seine Wahrsagerinnen, er könne nicht siegen, wenn er „vor dem Neumond" sich auf eine Schlacht einlasse, und die Germanen hielten ihre ordentlichen Volksversammlungen nach Tacitus immer zur Zeit des Neumonds oder des Vollmonds ab. In kluger Berechnung verlegten auch die christlichen Priester ihre Hauptfeste auf die schon im Heidentum bei den nordeuropäischen Völkern beliebten, heilig und hoch gehaltenen Feiertage, die Geburt des Herrn[78] auf den Anfang der „geweihten Nächte" nach der Wintersonnenwende, der Wiederkehr des Sonnengottes, die Auferstehung auf das altgermanische Frühlings- oder Osterfest, mit dem das Wiedererwachen der Natur begrüßt wurde, am Vollmond nach der Frühlingstagundnachtgleiche (nur die Verlegung auf den Sonntag ist eine christliche Zutat), die Ausgießung des Heiligen Geistes auf das germanische Sommerfest, das wahrscheinlich ursprünglich am dritten Vollmond nach der Tagundnachtgleiche gefeiert und später, nicht vor dem 4. Jahrhundert, in Anlehnung an das jüdische Erntefest auf den 7. Sonntag nach Ostern verlegt wurde. Der 7. Sonntag vor Ostern, Estomihi, der letzte vor den Fasten, die „Herrenfasnacht", dän. Fleskesondag, ist übrigens auch von Bedeutung für das Volksleben; am vorangehenden Donnerstag war die „Weiberfasnacht", und er wurde bestimmt nach dem Merkspruch:

> **Vilt du vide med liden to mag,**
> **Den neste Ny effter Kyndelmessdag,**
> **Den neste Onsdag der effter kommer,**
> **Da haffver du Faste med kuld oc hunger** (altdänisch).

Als Hauptgrund gegen die Selbständigkeit der germanischen Zeitrechnung wird gewöhnlich die siebentägige Woche angeführt, die, nach Schnippel, den Germanen, wenn auch „ziemlich früh", nämlich „nach der Einführung des Christentums", von „außen" gekommen ist, als „nachweislich" altsemitische, vielleicht sogar altägyptische Zeitteilung (vergl. Ideler, Handbuch der Chronologie I). Auch Bilfinger (a. O.) scheint es aus-

---

Vollmond nach der Sommersonnenwende. (Camill. 19). Tac. Germ. 11: Coeunt, nisi quid fortuitum et subitum incidit, certis diebus, quum aut inchoatur luna aut impletur: nam agendis rebus hoc auspicatissimum initium credunt.

[78] Beda: vetus sermo in Ecclesia, XXV diem Decembris esse faustissimum et laetissimum natalem filii Dei in terra, is nempe Julii fuit dies Brumae et fuit celebratus a vetera etiam Ecclesia.

gemacht, daß „die alten Skandinavier weder auf ein Jahr v
52 Wochen, noch auf ein Jahr von 364 Tagen ohne Woche
einteilung jemals selbständig gekommen sind.“ Denn „das chri
liche Jahr unterscheidet sich von dem römischen Jahr, d
Julius Cäsar einführte, durch die Aufnahme zweier dem Jude
tum entlehnter Faktoren. Das sind 1. die jüdischen Mon
monate und 2. die siebentägige Woche, und die Aufgabe, die
beiden Faktoren mit dem julianischen Jahr zu verschmelze
hat, namentlich mit Rücksicht auf die Bestimmung des Oste
festes und der anderen damit zusammenhängenden beweglich
Feste, die ganze Komputistik des Mittelalters fortwähre
beschäftigt“. Ob aber die Wocheneinteilung wirklich aus de
Osten stammt, steht keineswegs fest. „Der Ursprung der siebe
tägigen Woche“, schreibt Schrader (a. O. S. 959), „und d
Herkunft der Wochentagsnamen sind noch nicht völlig a
geklärt. Während man früher allgemein der Meinung w
daß ihre Heimat an den Ufern des Euphrat zu suchen sei, si
neuerdings von P. Jensen[79] Bedenken gegen diese Annahm
geltend gemacht worden. Nach diesem Gelehrten steht vielme
nur folgendes fest: Neben einer bis ins dritte Jahrtause
zurückgehenden Zählung nach Tagfünften findet sich in älter
und jüngerer Zeit die Einheit von 7 Tagen als beliebte Ze
größe, ohne daß es deswegen erlaubt wäre, von einer assyrisc
babylonischen Woche von 7 Tagen zu sprechen . . . . . W
wir also in Assyrien und Babylonien finden, sind Ansätze z
Woche, d. h. zu einem 7tägigen, ohne Rücksicht auf Monat u
Sonnenjahr ununterbrochen weiterrollenden Zeitraum, nicht d

---

[79] Die siebentägige Woche in Babylon und Ninive, Ztschr. f. deutsc
Wortforschung I. S. 150. — Schiaparelli (Die Astronomie im alten Test
ment, deutsch von Lüdtke, Gießen 1904) hebt die Bedeutung der Siebe
zahl bei den Juden hervor; doch findet sie sich schon bei den Sumeriern, d
Vorgängern der Assyrer, ebenso bei den Persern, Indern, Griechen, Römer
Kelten, Germanen, Skythen, Slaven, übrigens auch bei nichtarischen u
außereuropäischen Völkern (v. Andrian, die Siebenzahl im Geistesleben d
Völker, Mitt. d. Anth. Ges. in Wien, 3. F. I. 1901). Auf dem 11. Inter
Kongreß für allg. Religionsgeschichte, Herbst 1904 in Basel, sprach Mahl
über „Kalenderdaten in religionshistorischer Deutung“; der Ausgang für d
Zeitrechnung der Babylonier war nach seiner Ansicht der Vollmondsta
shabattu; so hieß ursprünglich jeder Vollmond, Neumond u. dgl., spät
jeder siebende Tag.

Woche selbst. Wohl aber ist die 7tägige Woche bei den sraeliten[80] uralt, und auch die regelmäßig wiederkehrende Feier les Sabbats (assyirsch shabattu) oder Ruhetags wird bereits im)ekalog vorgeschrieben. Unbekannt ist dagegen auch hier die ılanetarische Bezeichnung der Wochentage . . . . . Unter liesen Umständen ist Jensen geneigt, unsere Woche für ledigich jüdischen oder westsemitischen Ursprungs zu halten, während Nöldeke trotz des Umstandes, daß die 7tägige, Monat und onnenjahr durchkreuzende Woche in assyrisch-babylonischen)enkmälern nicht nachweisbar sei, aus allgemeinen Gründen an hrer babylonischen Herkunft festhält."

Nach dem schon eingangs über die Grundlagen der babyonischen Kultur Gesagten wird auch die Woche als ursprünglich emitische Einrichtung verdächtig, umsomehr, als eine semitische Bezeichnung dafür (im Hebräischen wurde Sabbat für die ganze Voche gebraucht) in die europäisch-arischen Sprachen nicht einedrungen ist. Die Germanen haben ihr eigenes Wort, got. iko, ahd. wecha, ags. vucc, an. vika, und mit Recht haben rimm uud Weinhold[81] daraus geschlossen, daß dies mit dem Vechsel der Mondviertel zusammenhänge und unsre Vorfahren on selbst auf den siebentägigen Zeitabschnitt gekommen seien; s ist das durchaus nicht, wie Schnippel meint, „eine völlig nerweisliche Behauptung".

Im Griechischen (hebdomas), Lateinischen (septimana) und eltischen (sechtman, seithun) kommt bloß die Siebenzahl zum usdruck. Von keinem dieser Völker können also die Germanen insichtlich der Wochenrechnung beeinflußt sein. Die Hellenen ilten vor Annahme der christlichen Woche ihren 30tägigen lonat in drei Dekaden, die Römer hatten außer den Iden nur ie von den Etruskern übernommenen Nundinen[82] (etrusk. nunthen,

---

80 Die Namen der Wochentage bei den Semiten, ebenda S. 161

81 Deutsche Mythologie I. S. 115. – Altnordisches Leben, Berlin 1856.

82 Ausonius, V 3, De tribus menstruis mensuum.

> Bis senas anno reparat Lucina Kalendas,
> et totitem medias dat currere Juppiter idus,
> nonarumque diem faciunt infra octo secundi:
> haec sunt Romano tantum tria nomina mensi

Auch Idus und Kalendae (meist mit dem unlateinischen K geschrieben) ammen wahrscheinlich aus dem Etruskischen. Macrob. Saturn. I 15: luare enim etrusca lingua dividere est. Altlat. calare = gr. καλειν.

nenn); dagegen muß es auffallen, daß zwei spätgriechische Schriftsteller, Philon und Josephus[83], beide die Woche auch als Einrichtung der „Barbaren" erwähnen. Da die Namen unsrer Wochentage der altassyrischen Reihenfolge (Mond. Sonne, Jupiter, Venus, Saturn, Merkur, Mars) der Planetengötter nicht entsprechen, können die heidnischen, bis auf den heutigen Tag im Gebrauch gebliebenen Bezeichnungen unmöglich aus einer östlichen Quelle stammen. Im römischen Gallien und Germanien haben sich bildliche Darstellungen der Wochengötter, vom Saturn bis zur Venus, am häufigsten gefunden; daraus folgt aber keineswegs, daß dies „schönste Zeugnis unseres heidnischen Altertums", nach Schrader, eine Entlehnung ist, sondern der Vorgang kann sehr wohl in umgekehrtem Sinne gedeutet werden, so nämlich, daß nicht an Stelle der römischen Namen „einheimische" traten, sondern daß die germanischen Götter nach dem Beispiel von Cäsar und Tacitus römischen gleichgestellt und demnach benannt wurden. Die Verdrängung Wodans, des obersten Gottes, aus den Tagesnamen durch Mittwoch, ahd. mittawecha, ist wohl auf den frommen Eifer der Bekehrer zurückzuführen. Auch der dem Thonar geweihte Tag wurde festlich begangen und ist noch heute in manchen Gegenden ein weltlicher Feiertag, an dem besonders gut gegessen wird (Fleischtag); im Mittelalter war der Donnerstag schulfrei, in Tübingen ist er noch jetzt dies academicus. Es darf nicht unerwähnt bleiben, daß auch die Juden, ganz nach gallischer und germanischer[84] Sitte, ihren Tag mit der Nacht[85] beginnen. Da diese Sitte aufs engste mit dem Götterglauben der Abendländer verknüpft war, ist ein östlicher Ursprung derselben undenkbar. Mit den Worten „ob eam causam" will Cäsar sagen, daß die Kelten darum nach Nächten rechneten.

[83] De opificio mundi 43. — Apion II 39.

[84] Caes. B. G. VI 58: Galli se omnes ab Dite patre prognatos praedicant idque ab druidibus proditum dicunt. Ob eam causam spatia omnis temporis non numero dierum, sed noctium finiunt; dies natales et mensium et annorum initia sic observant, ut noctem dies subsequatur. Tac. Germ. 11 Nec dierum numerum, ut nos, sed noctium computant; sic constituunt, sic condicunt; nox ducere diem videtur. Vgl. engl. sennight, fortnight.

[85] Genes. I 5: So ward aus Abend und Morgen der erste Tag. Diese Voranstellung der Nacht ist allen Ariern gemeinsam, z. B. skr. naktamdinam. gr. νυχθήμερον, sl. nostedimje, „Nacht und Tag".

reil nach ihrem Glauben ihr Stammvater Dispater, der römische upiter, hier aber noch der uralte Himmels- und Sonnengott, us der nordischen Winternacht geboren war. Jedenfalls ist die ezeichnung der Tage mit Götternamen für Griechen und Römer twas Neues und Spätes, erst mit dem Christentum — ein onderbarer Widerspruch — sich verbreitend. „Es spricht ichts dagegen", meint Thumb[86], „daß die Wochentagsnamen rst um die Zeit eingeführt worden sind, in der sie zuerst rscheinen, möglicherweise unter chaldäischer Flagge, als ein anz spätes postumes Erzeugnis des Babyloniertums" . . . Die eit der Annahme des Christentums war aber für das Römische eich zugleich eine solche innigster Berührung mit den Nord- ölkern und zunehmender Durchsetzung mit germanischen estandteilen.

Wie die Wochentage hatten auch die Monate bei den ermanen[87] ihre eigenen, volkstümlichen und, wie z. B. Jul und ουλος beweisen, uralten Namen. Daß Karl der Große aufs eue deutsche Bezeichnungen einführen mußte, erklärt sich iraus, daß in dem schon lange römischen Gallien eine unschöne ischung[88] lateinischer und einheimischer Namen entstanden war; ifolge ihrer Länge und Schwerfälligkeit, nicht mit Unrecht spricht rimm[89] von einem „Geschlepp", mußten jene aber später wieder

---

[86] Die Namen der Wochentage im Griechischen, Ztschr. f. dtsch. Wort- rschung I S. 163.

[87] Beda, De mensibus Anglorum. In der Schrift De temporum ratione, c. 13.

[88] Einhardi Vita Karoli M. 29: Mensibus etiam iuxta propriam linguam ocabula imposuit, cum ante id temporis apud Francos partim latinis partim arbaris nominibus pronunciarentur.

[89] Geschichte der deutschen Sprache I 6, Leipzig 1848. — Bekanntlich it man jetzt das Bestreben, „die heimischen, großenteils schönen und sinnigen enennungen" wieder einzuführen, doch lehrt uns gerade Karls des Großen eispiel, daß man hierbei mit Vorsicht vorgehen und besonders zu lange und ge- hmacklose Wortbildungen vermeiden sollte. Ich möchte mir bei dieser Gelegen- it folgenden Vorschlag erlauben: 1. Hartung, 2. Hornung, 3. Lenz, 4. Oestring, Mai, 6. Brachmond, 7. Heumond, 8 Aust, 9. Herbstmond, 10. Weinmond, . Niblung, 12. Jul. Das wohlklingende Mai, afr. Maiamanoth, möchte ich eibehalten, weil der Wortstamm ja auch deutsch ist (Eigennamen Maiolf, aiolus); vgl. Auson. V 3: Maia dea an maior, Mai, te fecerit aetas, ambigo: d mensi est auctor uterque bonus. Aust, an. haust, hat sich im Volke halten und hängt, nach Grimms Vermutung, vielleicht ursprünglich gar cht mit dem Kaiser Augustus, sondern mit auctumnus und dem verwandten otischen auhuma zusammen. Für Niblung wäre auch Laubris passend.

den römischen weichen. Ihre „Besonderheit", urteilt dieser Forscher von den Monatsnamen, „scheint erst unter den urverwandten Völkern, in früher Gemeinschaft, auf europäischem Boden neu entfaltet, aber nicht nur in das volle Heidentum, sondern weit über den Beginn unserer Zeitrechnung hinaus zu reichen". Da seitdem die Einwanderung aus Asien als Irrtum erkannt worden ist, fallen auch alle Einschränkungen[90] dieses Ausspruchs weg.

In der römischen Zeitrechnung war allmälig die größte Unordnung eingerissen. „Schon in den ältesten Zeiten, schreibt Plutarch (Leben Cäsars 59), waren Monate und Jahr dergestalt in Verwirrung geraten, daß Opfer und Feste sich jährlich verschoben und schließlich in ganz entgegengesetzte Jahreszeiten fielen. Niemand verstand sich auf eine sichere Berechnung des Sonnenlaufs; nur die Priester kannten noch die genaue Zeit und setzten oft ganz unerwartet, ohne daß jemand eine Ahnung hatte, den Mercedonius genannten Schaltmonat ein." Dies wird auch durch Sueton bestätigt: fastos correxit iam pridem vitio pontificum per intercalandi licentiam adeo turbatos, ut neque messium feriae aestati neque vindemiarum autumno competerent. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß Cäsar, nicht nur ein großer Feldherr, sondern auch ein hervorragender Staatsmann, auf seinen Feldzügen in Gallien, Britannien und Ägypten mit Beschämung erkannte, wie sehr die amtliche Zeitreichnung des Römischen Reiches durch die der Barbaren übertroffen wurde; aus seinen Worten „mensium et annorum initia sic observant" geht wenigstens hervor, daß bei den Galliern in dieser Hinsicht geordnete Zustände herrschten, und Appian (II 154) sagt geradezu: „Darum verbesserte er auch bei den Römern vieles, was zu den Künsten des Friedens gehört. So veränderte er nach Anleitung der Ägypter die Jahreseinteilung." Jedenfalls war die Einführung des Julianischen Kalenders, der erst im Jahre 1582 unter Papst Gregor XIII eine Berichtigung erforderte, eine große Tat, ein Segen für die Menschheit, und nicht ohne Grund rühmt sich Cäsar bei Lucan (Pharsal. I):

Nec meus Eudoxi fastis superabitur annus.

[90] Benfey und Stern (Über die Monatsnamen einiger alter Völker, Berlin 1836) haben gezeigt, daß alle hebräischen, übrigens von den europäischen grundverschiedenen Monatsnamen nicht semitisch, sondern persisch sind.



Die schon von Tacitus berichtete Dreiteilung des germanischen ahres (Germ. 36: hiems et ver et aestas intellectum ac vocabula abent) findet sich noch in einigen nordischen Runenkalendern, B. auf einem von Rudbeck[91] abgebildeten, von Schnippel rwähnten in Gestalt eines Triquetrums. Bis in die neuere Zeit aben sich bei allen germanischen Völkern drei Hauptziele erhalten, artinstag (Winteranfang im November), Sommertag (Mittfasten, ätare im März) und Mittsommer (im Juli).

Ein schwerwiegender Beweisgrund für das hohe Alter der nenkalender liegt ferner in den Runen selbst, die ja auch ine Entlehnung, wie man lange geglaubt hat, sondern Urentum[92] der nordischen Völker sind. Manche dieser Kalender, e z. B. der von Worm auf S. 92 abgebildete, auf einer dreiigen Knochenplatte, anscheinend einem Fischkiefer angebrachte, thalten nämlich sehr altertümliche Runenformen, die zur Zeit r Bekehrung schon seit Jahrhunderten außer Gebrauch waren. e Wiederkehr gemeingermanischer Runen auf christlichen lendern einer viel späteren Zeit ist nur durch den Gebrauch erklären, daß die alten Vorbilder immer wieder nachgeahmt d so manche Altertümlichkeiten, von Geschlecht zu Geschlecht h forterbend, auf späte Enkel übertragen wurden. So erinnern ch die Runen des im 18. Jahrhundert geschnitzten Oldenburger bs noch sehr an die ältestbekannten; die fünf ersten sind ja ch in spätnordischer Gestalt fast gleich geblieben, die sechste d die siebente haben ihre Form nur wenig geändert, letztere erdings mit anderem Lautwert, h statt früher g. Von der ößten Wichtigkeit für die Beurteilung der germanischen Zeitchnung ist der erwähnte, auf acht Buchsbaumtäfelchen einschnittene Runenkalender der Bibliothek von Bologna. Da eine Jahrzahl 1514, am Ende der Gotik, mit dem noch ganz

[91] Atlantica, Atland aller Manheim, Upsalae 1689, II c. 9, De fastis nicis. — Vgl. auch Tille (a. O.), Martinmas and the tripartition of the year.

[92] Alle Versuche, die Runen von einem oder mehreren der südlichen Alphabete, dem römischen, griechischen, etruskischen, abzuleiten, von Stenberg (De runarum patria, Upsalae 1770) bis auf von Friesen (Om runskriftens härkomst, Upsala 1904) sind gescheitert und müssen scheitern. Wie ich zuerst 1888 nachgewiesen, enthalten die gemeingermanischen Runen als Kern die ureuropäische Schrift. Der Karlsruher Altertumsverein I, 1881—1890, Karlsruhe 1891.

romanischen Zierwerk nicht übereinstimmt, läßt auch er auf ältere Vorbilder schließen. Auf die fränkischen Runen, die nach Fortunatus Venantius[93] ja auch auf Holz gemalt oder eingeschnitten wurden, kann er nicht zurückgehen, da seine Zeichen nordische Gestalt haben; wegen der Lilien und der Heiligennamen (Gerlach, Guntram, Ludwig, Genovefa, Gertrud u. a.) muß er in und für Frankreich angefertigt sein, aber nicht nach einem ausländischen, etwa dänischen Vorbild, denn sonst würden die im Lande ja ganz unverständlich gewordenen Runen durch lateinische Buchstaben ersetzt sein. Es bleibt nur die Annahme übrig, daß der nordische Kalender, durch die Normannen, die im 9. Jahrhundert am Südufer des Ärmelmeers sich festsetzten, im 10. in ihren Besitzungen bestätigt und bekehrt wurden, nach Frankreich gebracht, dort noch lange in zahlreichen Nachbildungen fortlebte. Dadurch erklärt sich die Beibehaltung der nordischen Runen und die Tatsache, daß die Tag- und Nachtlängen nicht für Frankreich, sondern etwa den 59. Breitegrad zutreffen. Damit ist der Beweis erbracht, daß die immerwährenden Zeitweiser, die runischen „Jahrstäbe", im Norden älter[94] sind als das Christentum.

Gerade wie die Angelsachsen aus ihrer alten Heimat die Runen mit nach England nahmen, so brachten sie auch die den skandinavischen sehr ähnlichen „Jahrstäbe" mit, die unter dem Namen „clogs" (Klötze, verwandt mit club, Kloben, Stock) bis in die neuere Zeit unter dem Landvolk weit verbreitet waren. „They used to engrave", schrieb im 17. Jahrhundert Richard

---

[93] VII 18: Barbara fraxineis pingatur runa tabellis,
Quodque papyrus agit, virgula plana valet.

[94] Man muß daher dem italienischen Beschreiber zustimmen, „che i Galli e i Germani e i Britanni, come altrove è detto, pigliarono questa maniera di Calendari dai Dani, i quali ne furono gl'inventori e per lungo tratto i soli che li adoperassero. — Ähnlich äußert sich Magnusson (a. O): „That the Scandinavians were at a very early age acquainted with some practical mode of recording their calendric and computistic experiences, seems certain. The early records of their history and traditions speak of aldr-runir and aefi-runir, i. e. runes of age and time, which can only mean writings of calendric nature ... These heathen logs became doubtless the prototypes of the Christian runic Calendars, which in a similar manner were cut on portable objects of various description, but in the great majority of cases on the so-called runic staves etc." — Beda, De emend. temp., At veterum Saxonum et Danorum mira anni ordinatio fuit etc.

rstegan,[95] „upon certain squared sticks about a foot in lenght, shorter or longer as they pleased, the courses of the Moones the whole yeere, wherely they could alwajes certainely tell, en the new Moones, full Moones en changes should happen, also their festival dajes". Diese Nachricht wird bestätigt und änzt durch den gelehrten Robert Plot[96] in seiner „Naturchichte von Staffordshire", wo ein nordenglischer Runenstab mustergiltiger Weise erklärt und abgebildet ist. Wären die ıenkalender erst nach der Einführung des Christentums im 'den entstanden, zuerst etwa in Schweden, durch die Behungen eines „hervorragenden, ebenso gelehrten als patriotischen stlichen", wie sich Schnippel denkt, so bliebe die große Übertimmung der skandinavischen mit den englischen unerklärlich. ; vor ihrer Bekehrung und der Bekanntschaft mit der christen Festrechnung die Nordländer „höchstens ganz rohe Kerbr Merkhölzer etwa mit eingekerbten Strichen für die einzelnen e" gehabt haben sollen, wird der nicht für wahrscheinlich en, der ihre künstlerischen Leistungen kennt und sich nert, wie erfindungsreich sie uns geschildert werden: reperiur homines Septentrionalis plagae adeo sagacis ingenii", reibt Olaus Magnus, „ut cum neque Gothicas neque Latinas ras unquam didicerint, sibi ipsis ex rerum figuris et instruntis alphabeta componant; eisque pro sublevanda memoria in e, charta vel cortice singulariter scribendo utuntur".

Auch wer das hohe Alter der Runenkalender bestreitet, muß geben, daß die sinnreiche, von der christlichen für ihre Osterechnung angenommene Verbindung der goldenen Zahlen mit Sonntagsbuchstaben[97], deren Erfinder nicht bekannt ist und man fälschlich auf den römischen Abt Dionysius Exiguus 525 zurückgeführt hat, nicht aus dem Osten stammt, sondern erst in Deutschland, etwa seit Karls des Großen Zeit, auftritt.

---

[95] De restauratione studii antiquitatum, c. 3.

[96] Nature history of Staffordshire, Oxford 1686. — An ihn schließen h Wanley (Catal. libr. manuscr. in Hickes' Thesaurus), Shaw, Brady, witt, Fosbroke, Stephens (The Old-Northern Runic Monuments etc., ndon und Kopenhagen 1866—68) u. A. an.

[97] Etwas Ähnliches hatten die Römer in ihren 8 Nundinalbuchstaben; 4. Jahrhundert kommen zuerst die 7 ersten Buchstaben als Bezeichnung r Wochentage vor (Graevius, Thesaurus VIII).

Das älteste sichere Beispiel scheint das von Schilter[98] n
einer Handschrift des 13. Jahrhunderts veröffentlichte Ca
darium Alamannicum zu sein.

Die deutschen „Bauernkalender", ursprünglich auf Pe
ment gemalt, später auf Papier gedruckt, wie sie in ein
abgelegenen Gegenden Steiermarks und Tirols noch jetzt von
Lesens unkundigen Leuten gebraucht werden und von denen
Germanische Museum in Nürnberg[99] eine ältere, aus dem 14. J
hundert stammende Probe enthält, gleichen ganz den von Wo
(F. D. p. 100 und 102) abgebildeten, in Fichtenholztafeln ei
schnittenen und haben daher zweifellos auch ältere hölz
Vorbilder gehabt. Sie ersetzen die Wochentagsrunen d
stilisierte römische, sog. „gotische", Buchstaben und sind
durch merkwürdig, daß sie die goldenen Zahlen durch eig
artige, in ebenso einfacher wie sinnreicher Weise gebil
Zeichen wiedergeben, die an die römischen erinnern, doch n
so breitspurig sind. Da solche Zahlen[100] in gleicher oder d

---

[98] Thesaurus antiquitatum Teutonicarum, Ulmae 1728, II 7. —
auch in Deutschland früher Kerbhölzer zur Zeitrechnung benutzt wur
zeigen die alten Glossen Kerbholz, Kerbstock = ephemerides, Diefenba
Lexicon Latinogermanicum; der Kalender der Herrad von Landsberg
Jahre 1175 zeigt solche senkrechte Striche

[99] Abgebildet in Königs Literaturgeschichte, bei Schnippel, in
„Kulturgeschichte des deutschen Volkes" von Henne am Rhyn
anderwärts.

[100] Diese runenartigen Zeichen beziehen sich nicht, wie Henne
Rhyn angibt, auf „Bauern-, Gesundheits- und Witterungsregeln, auf la
wirtschaftliche Arbeiten" u. dgl., sondern sind, wie schon Worm p.
einwandfrei nachgewiesen hat, einfache Zahlen, die numeri aurei in z
Reihen, einer älteren und einer berichtigten, darstellend. Leider gehen
dem Cyclus lunaris entsprechend, nur bis 19, doch ließen sich auf diese
leicht auch höhere Zahlen ausdrücken. Losch (Zur Runenlehre. Germania N
XXII 4, 1889) nennt diese Stabzahlen kurzweg „römisch", doch war e
solche Vereinfachung den Römern selbst unbekannt. Der erwähnte Runenkalen
von Bologna hat (auch in Bezug auf die Zahlzeichen, die in eigenartiger We
von den Runen abgeleitet sind) sein Gegenstück in dem von Worm
S. 97 abgebildeten. In dieser zierlichen Gestalt und vollendeten Ausbildu
sind solche buchähnliche Kalender sicher nicht alt: „aevi remotioris n
videntur hi fasti, siquidem mensium Solarium sequantur ductum et termin
ac caelaturae veteribus minus consuetam elegantiam". Künstlerisch ste
allerdings die dänische Arbeit entschieden über der französischen; das Hirte
bild, auf dem der Engel die frohe Botschaft mit Hornesruf verkündet,

ehr ähnlicher Gestalt auf deutschen, englischen[101], dänischen nd schwedischen Kalendern, z. B. auch auf dem Oldenburger tab, sich finden, kann nicht nur „die Volkssitte der Kerbölzer“ wie Schnippel mit Recht hervorhebt, „als eine alte esamtgermanische betrachtet werden“, sondern auch diese ildung der Zahlzeichen selbst. Der um die Erforschung der unenkalender so hochverdiente Verfasser hat sich wohl nicht anz klar gemacht, daß er mit den angeführten Worten seinen igenen Ansichten über Entstehung und Altertum dieser kulturschichtlich so wichtigen Denkmäler widerspricht.

Die übrigen in Deutschlands Sammlungen[102] aufbewahrten unenkalender, darunter auch zwei in dem uns naheliegenden lannheim, sind fast durchweg sogenannte „Wanderer“, d. h. sie ammen aus dem Norden und sind durch Liebhaber von Merkürdigkeiten und Altertümern oder durch Händler verbreitet orden und so in die verschiedenen Museen gekommen.

Zu den ältesten Runenkalendern im Norden — die ersten it Sonntagsbuchstaben und goldenen Zahlen versehenen, scheinen cht über das 12 Jahrhundert[103] hinaufzureichen — gehört die n Worm (F. D. III) abgebildete und ausführlich besprochene ergamenthandschrift, die aus einem jütischen Kloster stammt d leider 1728 bei einem großen Brande in Kopenhagen zerört wurde. Sie setzt entschieden ältere Vorbilder, auch lzerne Jahrstäbe, voraus und ist nach einer Schlußbemerkung[104]

cht gut entworfen und ausgeführt. Einen ähnlichen deutschen vom Jahre 15 besaß Frh. v. Moll in München, auf 10 Blättern in Steindruck 1814 röffentlicht. Vgl. auch Gräter's Iduna und Hermode, 1816.

[101] Ein von Plot (a. O.) abgebildeter Kalenderstab zeigt z. B. diese hlzeichen.

[102] Es sei hier auf die genaue und, soviel ich beurteilen kann, nahezu llständige Zusammenstellung in den „Anlagen und Anmerkungen“ zu chnippels Schrift verwiesen.

[103] Scriptores rerum danicarum, 1772—1878. — Scriptores rerum ecicarum medii aevi, 1818—1876.

[104] Att thusant ar og thryhundrat ara og tiuhu ar og at ar waru lidni Guds byrd, da an ditta rim war skrivat. Da war thuss og ur sunnudahr g twimadr i siaundu radu i tafluni prim, d. h. 1328 Jahre waren seit des erm Geburt verflossen, als dieser Kalender geschrieben wurde. Damals aren C und B Sonntagsbuchstaben und 18 in der 7. Reihe der Osterfel goldene Zahl.

im Jahr 1328 geschrieben. Die ihr beigefügte Ostertafel be
mit dem Jahr 1140, und man könnte daraus auf die Zeit
Entstehung der Runenkalender schließen, wenn nicht
genannte Jahr das erste „eines 532jährigen Osterzyklus un
solches ein gegebener Anfang“ wäre.

Im Mittelalter müssen die Runenkalender in den
nordischen Reichen ungemein beliebt und verbreitet ge
sein. Man fand sie in Hütten[105] und Palästen, und s
der König Gustav I Wasa (1523—1560) trug auf seinem E
stock einen solchen mit Gold eingelegt. Ihre Blütezeit
selbstverständlich vor der Erfindung und Verbreitung des E
drucks, doch blieben sie als liebgewordene Erbstücke, beso
bei den Bauern, noch bis ins vorige Jahrhundert im Gebr
im 18. Jahrhundert waren sie nach Erichson[106] in Schw
noch „in jedermanns Hand“. Auch in den von Skandin
kulturell abhängigen Ländern, in Finnland, Lappland und
Ostseeprovinzen[107], gab es vor 50—60 Jahren noch alte L
die den Runenstab zu gebrauchen wußten.

So kann es nicht wundernehmen, daß immer noch hun
von Runenkalendern vorhanden sind; ich selbst habe vor ku
auf meiner Nordlandsreise deren viele in den Sammlungen
Kopenhagen, Lund und Stockholm gesehen. Jedenfalls verdi
sie, wenn sie auch im Kampf mit der Buchdruckerkunst u
liegen mußten, als merkwürdige Überbleibsel vergangener Z
und Beispiele urwüchsiger Volkskunst die sorgfältigste Samm
und Aufbewahrung. So unscheinbar ein solcher Runenstab
sieht, es steckt in ihm eine Menge geistiger Arbeit und

---

[105] Ad rusticum seniorem, schreibt Worm (F. D. I. 4), aut alicui
pago pretii, illiteratum tamen, in Dania si diverteris, rarum erit, si dili
facta perlustratione ad mensae caput aut trabium summa lignum pl
oblongum aut alterius figurae non offenderis, variis characteribus,
magicos iurares, insignitum.

[106] Bibliotheca Runica, herausgeg. von Dähnert, Greifswald
Leider wurden sie manchmal auch als Zauberstäbe oder Bücher verbr
Vgl. F. Magnusen, Runamo, Kjöbenhavn 1841, S. 351.

[107] Hupel, Topographische Nachrichten von Liefland und Esth
Riga 1774—1789; Wiedemann, Aus dem innern und äußern Leben
Esthen, Petersburg und Leipzig 1876; v. Stein und Hildebrand, Zt
f. Ethnologie 1879 und 1880. Stieda, Über Runenkalender, Sitzungsbe
Gelehrt. esthn. Gesellschaft zu Dorpat, 1880; Magnusson (a. O.).

usendjährige Erfahrung, so sonderbar und rätselhaft seine eichen und Bilder dem Unkundigen erscheinen, für den verständnisvollen Kenner ist er ein unschätzbares Zeugnis von der rfindungskraft und dem Scharfsinn unsrer Verfahren.

Wahrlich, der alte dänische Professor Caspar Bartholinus[108] hat recht, wer die Erfinder eines solchen Meisterwerks[109] „Barbaren“ schilt, ist selbst der allergrößte Barbar:

Nostram ergo quondam barbaram qui gentem ait,
Is barbarorum barb[illegible]issimus omnium!

---

[108] Prooemium ad Fastos Danicos.

[109] Auch in neuerer Zeit sind solche immerwährende Kalender aufstellt worden, und zwar meist von Deutschen, so von Coler (Calendarium rpetuum oeconomicum, Magdeburg 1613), Kesselmeyer (Calendarium rpetuum mobile für 100,000 Jahre), Bach („Immerwährender Kalender“, ne Sonntagsbuchstaben und goldene Zahlen, bis 2100) u. a. Vgl. hubring „Immerwährende Kalender“ (Zeitschr. f. d. gesamte Naturissensch. 1871, S. 387 in ff.). Wie andere Blätter bringt auch die 12. Sonngsbeilage der Nationalzeitung, 19. März 1905, eine gemeinverständliche Behrung über „die Bestimmung des Osterdatums“ von Homann.

Amerikanische Reiseeindrücke.

Von **Max Le Blanc.**

In zwangloser Weise möchte ich Ihnen heute abend
meinen Reiseeindrücken in Amerika erzählen und will mich d
nicht auf das technische Gebiet beschränken, sondern auch
die Natur sprechen, ferner volkswirtschaftliche und soziale
hältnisse berühren und kleine Erlebnisse mitteilen, die
erwähnenswert erscheinen.

Der Dampfer des Norddeutschen Lloyd „Prinzess Al
brachte mich von Cherbourg in 9 Tagen nach New-York.
hatte hierbei Gelegenheit die vorzügliche Verpflegung und
merksame Bedienung, die den Reisenden auf den Schiffen di
Gesellschaft zu teil wird, selbst kennen zu lernen. Den er
Vorgeschmack von dem Lande der Freiheit bekommt man in
Hafen von New-York bei den Zollscheerereien; man erstaunt i
das peinliche und bureaukratische Verfahren, das nur zum
durch den Umstand entschuldigt wird, daß die Zolleinnahmen
wesentlichste Einnahmequelle für den Staatshaushalt vorstel
Namentlich von den deutschen Ausstellern in St. Louis kor
man Lieder — aber nicht Loblieder, auf die Zollbeamten sin
hören. Es dauerte häufig viele Wochen, bis die Verzollung erle
war, da jeder einzelne Gegenstand abgeschätzt wurde, was manc
Aussteller, der tausende von Kleinigkeiten mitführte, gerad
zur Verzweiflung brachte. Nach Beendigung der Ausstellung
sich sodann das ganze Verfahren wiederholt, da der Zoll für
nicht verkauften Gegenstände zurückvergütet wurde.

Von Zigarren, die in Amerika recht teuer sind, von 10 C
an werden sie rauchbar, darf man nicht mehr als 50 Stück e
führen, sonst besteht aber die angenehme Einrichtung, daß v
zollbare Gegenstände im Wert bis zu 100 Doll. zollfrei von ein
Reisenden eingeführt werden können, eine Einrichtung, die d
europäischen Ländern zur Nachahmung leider nicht empfohl

erden kann, da diese gegeneinander nicht durch einen breiten 'assergürtel abgegrenzt sind, der ein oftmaliges Herüber und inüber, nur um zollpflichtige Gegenstände bis zu dieser Höhe llfrei einführen zu können, unrentabel macht.

Der erste Eindruck, den man beim Betreten der Stadt New-)rk erhält, ist nicht einheitlich. Einerseits überwältigt der riesige rkehr, anderseits wird das Auge abgestoßen durch den vielfach gepflegten Zustand der Straßen. Gerade in den belebtesten raßen stößt man auf Löcher, wie man sie an Zahl und Tiefe cht in den elendesten Stadtgemeinden bei uns findet. In New-rk selbst sind die vielen elektrischen Leitungen unterirdisch rlegt, in der Umgegend und den andern Städten oberirdisch führt auf Holzmasten, die prinzipiell schief zu stehen scheinen, daß man nahezu Amerika das Land der schiefen Holzmaste nnen könnte. Es zeigt sich hierbei wie bei vielen andern Dingen, ß das Praktische und Nützliche an erster Stelle steht; auf den thetischen Eindruck kommt es vorläufig noch nicht an.

Daß New-York sehr elegante Straßen besitzt, brauche ich um zu erwähnen. Auch glaube ich nicht, daß irgend eine dere Stadt derartig luxuriös eingerichtete Hotels hat. Das ben ist ganz international; ich kann nur sagen, daß ich mich ch einigen Tagen der Eingewöhnung dort sehr behaglich fühlt habe. Neben englisch wird viel deutsch, italienisch, inesisch etc. auch hebräisch gesprochen; als Kuriosum möchte ich tteilen, daß in dem Viertel, in dem die letztere Sprache rherrscht, auf einem Schild an einer Ladentür zu lesen war: glish spoken.

Die Gastfreundschaft der Amerikaner ist, sowie man einige ziehungen oder Empfehlungen besitzt, im allgemeinen sehr groß. ; ist leichter als bei uns Eingang in ihre Betriebe zu erhalten d sie zeigen diese häufig völlig rückhaltlos, mitunter in der rm, daß sie den Besucher ohne Führer in die Fabrik herein-ssen. Er hat überall Zutritt, kann sich nach Gutdünken alles sehen und bekommt auf seine Fragen von den Arbeitern oder genieuren, die er gerade trifft, bereitwillig Antwort. Nur die der Nähe des Niagarafalls gelegenen Fabriken sind in letzter it zurückhaltend geworden, die eine schrieb auf die Anfrage nes mir bekannten und einflußreichen Amerikaners, ob er und

ich Zutritt erhalten könnten: daß sie nur noch fools and won
hereinließe.

Ich will hier nur einiges mitteilen, was ich bei einzel Betrieben gesehen habe und was noch wenig bekannt ist; übergehe die vielen Betriebe, die schon anderswo beschrieben s Die Pacific coast Borax Comp. hat in der Nähe von New-Y eine einfache Fabrikation zur Herstellung von Borax. Das A gangsmaterial wird in Californien gewonnen, wo es in gro Massen offen zu Tage liegt, es ist in der Hauptsache ein Calci borat. Die Masse enthält ca. 30% B_2O_3. Nach passender kleinerung wird sie erhitzt und vermittelst einer rotieren Trommel über ein Gitter geführt; durch das Erhitzen ist Borax in kleine Teile zerfallen, und so fällt die Hauptmasse Borax mit einem Teil des Gesteins durch das Gitter hindu während die Hauptmasse des Gesteins mit zirka 1,5 % Borax i das schräge Gitter hinabgleitet und fortgeworfen wird. Die Borax reiche Masse wird nun in Bottichen mit Soda und Wa erhitzt, wobei sich Calciumcarbonat und lösliches Natriumb bildet; kurze Zeit nach Absitzen wird die heiße Lauge in Krys lisierkästen gebracht, in denen sich die Krystalle an hineingehä Eisenstäbe ansetzen. Das zurückbleibende Calciumcarbonat Gestein, „mud" genannt, wird ausgepreßt. Die zurückbleiben verdünnten Krystallisationslaugen werden so lange zur Umsetz neuer Mengen von Calciumborat mit Soda gebraucht, bis die Ver reinigungen zu groß geworden sind, sodann werden sie eingedan und der Rückstand wieder in die Fabrikation gegeben.

Ein kleiner Teil des gewonnenen Borax wird zur Herstell von Borsäure benutzt. Eine heiß gesättigte conc. Lsg. wird conc. Schwefelsäure versetzt. Da nun das gebildete Natriumsu mit fallender Temperatur etwas löslicher, die Borsäure jedoch s viel schwer löslicher wird, so kann sie leicht, event. noch etwas Eindampfen, in Krystallen erhalten werden.

Bemerkenswert ist, daß die ganze Fabrikation nur im Win in Gang ist, weil die Krystallisation im Sommer zu schlecht ge und die künstliche Kühlung sich doch wohl zu teuer stellen wür Produktion 60 Tonnen pro Tag.

Ein anderer ebenso einfacher, in seiner Art aber größ Betrieb befindet sich in Brooklyn und befaßt sich mit der G winnung von saurem weinsaurem Kalium, von Weinstein. Int

ssant und bei der hoch entwickelten europäischen chemischen ndustrie bemerkenswert ist, daß das Rohmaterial, die Rückstände nd Abfälle der Weinbereitung bzw. der in den Weinfässern sich bsetzende rohe Weinstein; eine Masse in der zirka 70% Weinstein nd 5% Calciumtartrat (neutrales) enthalten sind, hauptsächlich us Europa, speziell Italien und Spanien, eingeführt wird. Der eine Weinstein, das veredelte Produkt, geht dann zum Teil ieder nach Europa zurück.

Die Verarbeitung selbst ist höchst einfach: Die rohe Masse ird soweit als möglich heiß gelöst, filtriert und zur Krystallisation ebracht. Eine zweite Umkrystallisation liefert ein 99,9%iges rodukt, das rein von Metallen ist. Darauf wird wegen der medizischen Verwendung großes Gewicht gelegt, und von den im Labotorium beschäftigten Chemikern wird eine stete Kontrolle in dieser insicht geübt. Zur Klärung wird Knochenkohle verwandt. Der ückstand von der ersten Behandlung der rohen Masse mit Wasser ird nicht ausgewaschen und enthält demnach neben dem samten Calciumtartrat auch etwas Weinstein. Er wird mit alk (zur Abstumpfung der Säure) und mit Chlorcalcium ler kohlensaurem Kalk versetzt, wodurch alle Weinsäure die Form von unlöslichem Calciumtartrat übergeht. Die ganze ste Masse wird sodann mit Schwefelsäure behandelt, wobei Gyps nd Weinsäure entsteht, die dann durch Krystallisation noch vollends reinigt wird. Der bei dieser Weinsäuredarstellung verbleibende ste Rückstand wird getrocknet und als Düngemittel verwertet, eil er zirka 2% Stickstoff enthält. So gibt es gar keinen bfall. Etwa 14 Tonnen beträgt die tägliche Weinsteinroduktion.

Den Besuch der großen Kupferraffination in Perth-Amboy bergehe ich, da die Einzelheiten dieses Betriebes schon öfters nitgeteilt sind.

Nur einen sehr merkwürdigen Punkt möchte ich hierbei rwähnen: der Preis des elektrolytisch raffinierten, also des reinen Kupfers war damals niedriger als der des nicht raffinierten. Daß unter diesen Umständen überhaupt noch ein Vorteil bei der Raffination herausspringt, liegt an dem Wert des nebenbei gewonnenen Silbers und Goldes. Der Grund des niedrigen Preises liegt in dem Aberglauben, daß einige physikalische Eigenschaften des reinen Kupfers, wie die Festigkeit, insbesondere die Bean-

spruchbarkeit beim Hin- und Herzerren eines Drahtes, schlecl seien. Genaue Proben, die von der General Elektric Comp angestellt worden sind, haben jedoch das Gegenteil ergeben diese Gesellschaft kauft nur reines Kupfer. In andern Krei muß aber der Aberglauben noch herrschen, denn der Preis das raffinierte Kupfer mußte, um es überhaupt an den Markt bringen, bisher noch niedriger gehalten werden, als der für ni raffiniertes.

Ausnehmend interessant war der Besuch des großen Wer der General Elektric Company, einer der größten Elektrizit gesellschaften Amerikas, die neuerdings auch dem Dampfturbin bau besondere Anfmerksamkeit geschenkt hat. Mir wurde l infolge persönlicher Beziehungen besonders entgegengekom und z. B. auch der Turbinenbau bis in die kleinsten Ein heiten gezeigt. Es bildet dies einen merkwürdigen Kontı zu der Geheimniskrämerei, die gerade in diesem Punkte Deutschland getrieben wird. Einigen von ihnen ist es v leicht bekannt, daß die Firma Brown & Boveri, Mannheim, die Techn. Hochschule in Darmstadt eine Dampfturbine gelie hat mit dem Bemerken, daß, falls diese Maschine auseinand genommen wird, sie keine Reparatur daran ausführt.

Zu der Fabrik gehört ein wissenschaftliches Laboratori in dem etwa 12 Physico-Chemiker tätig sind unter Leitung Whitney's, eines guten Bekannten von mir, der auch die e Übersetzung meines Lehrbuches anfertigte. Zurzeit wird in d Laboratorium insbesondere über elektrische Lampen gearbei Sie wollen dort versuchen Quecksilberbogenlampen in Handel zu bringen. Einzelne waren im Laboratorium über Jahre andauernd im Gebrauch, ohne daß eine wesentliche V änderung zu bemerken war.

Die Lampe braucht ca. 40 Volt und 3 Ampère und schätzungsweise 25 cm lang und wenige cm breit. Die An ist ein kleiner Graphitblock, von dem ein dünner Kohlefa bis in die Nähe der unteren Quecksilberelektrode geht. dem Quecksilber schwimmt ein mit Quecksilber gefüllter Eis napf, der Kontakt mit dem Kohlefaden hat. Wird die Lam eingeschaltet, so zieht ein gleichzeitig in Tätigkeit gesetz Elektromagnet den Napf herunter, es tritt ein Öffnungsfunke der schon genügend Quecksilberdampf erzeugt, letzterer übe

iimmt die Leitung und die ganze Röhre wird momentan mit
Licht erfüllt. Da unter diesen Umständen Quecksilber den Strom
iur als Kathode durchläßt, kann die Lampe nur für Gleichstrom
'erwandt werden. Für Wechselstrom kommen zwei Kathoden
ind zwei Anoden in besonderer Schaltung zur Anwendung. Auch
ls bequemer Wechselstrom—Gleichstromumformer mit nahezu
'0% Nutzeffekt bei 120 Volt wird ein derartiges System für
chwache Stromstärken (bis 30 Ampère) gebaut.

Der Lichteffekt soll besser sein als beim gewöhnlichen Bogen-
cht und Bedienung ist nicht nötig. Die Lichtwirkung wird für
ie Praxis in der Weise bestimmt, daß man die Entfernung fest-
tellt, in der man noch lesen kann.

Ein großer Übelstand liegt natürlich darin, daß das Licht
o reich an violetten und so arm an roten Lichtstrahlen ist.
ür Zimmerbeleuchtung ist dieses Licht völlig unbrauchbar. Da-
egen ist es für die Außenbeleuchtung nicht so übel; ein derartig
eleuchteter Garten, den ich sah, machte sich recht gut, etwas
iagisch. Übrigens wird auch eine Kombination von gewöhnlichem
lühlicht und dem Quecksilberlicht hergestellt. Da das Queck-
lberlicht nur zirka 40 Volt verbraucht, werden die bei Vor-
andensein einer Lichtspannung von 120 Volt noch übrigen 80
olt dazu benutzt, um kleine Glühlampen zu speisen, welche die
uecksilberlampe umgeben. Das Ganze ist von einer matten Glas-
locke umgeben und erscheint als eine einheitliche Lichtquelle,
ie genügend rote Lichtstrahlen enthält. Versuche, durch Zusatz
on Rubidium, Caesium etc. zum Quecksilber, dem Licht rote
trahlen zu geben, schlugen fehl.

Eine zweite Art Bogenlampe, an der gearbeitet wird, unter-
heidet sich von der gewöhnlichen dadurch, daß als eine Elek-
rode eine Mischung von Eisen, Eisenoxyd und Titanoxyd etc.
enommen ist, während die andere positive Elektrode eine Kupfer-
cheibe bildet. Diese Lampe war vorläufig nur für Gleichstrom
erwendbar. Bei ihr glüht nicht die Elektrodenspitze und sendet
orzugsweise Lichtstrahlen aus, sondern der Lichtbogen liefert
as Licht allein. Es wird ihr eine gute Horizontalwirkung und
ichtverteilung nachgerühmt; die Eisenelektrode hält jetzt zirka
50 St. und man kann bei einer derartigen Bogenlampe noch bei
irka 100 m lesen, während man bei einer gewöhnlichen mit gleicher

Energie gespeisten Bogenlampe nur bei etwa 70 m Entfern
lesen kann.

Versuche bei Glühlampen anstatt gewöhnlicher Kohlefä
solche, die mit Erdoxyden imprägniert sind, zu verwenden,
eine Art Nernstlicht herzustellen, haben bisher keinen Er
gehabt. Zufällig erfuhr ich jedoch von anderer Seite, daß
erhebliche Verbesserung des Kohlefadens gelungen sein soll,
sei die Sache noch nicht spruchreif.

Auffallend war es mir zuerst, dass man in Amerika w
Nernstlampen sieht. Die Erklärung liegt vielleicht darin,
dort die Spannung im allgemeinen viel stärker schwankt als
uns, während die Nernstlampe bekanntlich für gutes Leuc
recht konstante Spannung erfordert.

Auch das intensiv leuchtende farbige Bogenlicht, das bei
neuerdings öfters Verwendung findet, sieht man dort nicht,
aus dem Grunde, weil die Kohle zu schnell abbrennt und
Arbeitslohn recht teuer ist. Bevorzugt wird die nahezu luftd
abgeschlossene elektrische Bogenlampe, bei der eine Auswe
lung der Kohlen erst nach 100 Brennstunden nötig ist.

Bei dieser Gelegenheit sei bemerkt, dass in Amerika
Isolatoren vielfach aus Glas hergestellt werden. Mir wurde
sagt, dass bei Glas Unebenheiten und Einschlüsse, die eine gew
Leitfähigkeit haben, leichter erkannt und die fehlerhaften Sti
leichter ausgeschieden werden können.

Noch ein anderes Thema will ich erwähnen, das man im
boratorium der G.E.C. bearbeitete: es war dies die Herstellung
chemisch reinem Eisen. Dieses hat, wie Versuche ergeben hal
weniger Hysteresis als gewöhnliches Eisen, und es würde vort
haft sein, für Transformatoren und auch Dynamomaschinen rei
Eisen verwenden zu können. Der Preis für das reine Ei
könnte dabei ziemlich hoch sein. Die Versuche sind noch ni
abgeschlossen.

Zwei Punkte von allgemeinem Interesse sind mir bei
Besichtigungen der verschiedenartigsten Fabriken aufgefall
erstens die großartigen maschinellen Einrichtungen zur Erspar
von Menschenkraft. Ich denke da z. B. an die vorzüglichen Tra
porteinrichtungen eines neu gegründeten Werkes, der Lakawa
steelworks, wo zurzeit hauptsächlich Eisenbahnschienen in größt
Maßtabe hergestellt werden. Auf der einen Seite des Werk

bringen Schiffe das Eisenerz heran, an der andern werden die mitunter noch warmen Schienen in Eisenbahnwagen verladen; es sind dauernd ungeheure Eisenmassen in Bewegung, aber Menschenarbeit wird dabei nur indirekt, zur Beaufsichtigung und Steuerung der Maschinen, benötigt.

In andern Fabriken wiederum macht man eiserne Unterlagen magnetisch; man braucht dann Eisenstücke, die man bearbeiten will, einfach darauf zu stellen und spart die Arbeit des Festschraubens. Auch bei Krahnen verwendet man magnetische Greifer; dies ist insbesondere praktisch, wenn es sich um das Heben von großen Eisenplatten handelt, deren Befestigung sonst umständlich und zeitraubend ist.

In Boston werden ferner neuerdings Maschinen für selbsttätige elektrische Schweißung hergestellt; es wird dazu Strom aus der Lichtleitung genommen und auf 1 bis 2 Volt und viele tausend Ampère transformiert. Die zu schweißenden Stücke werden aneinander gepreßt und in ganz kurzer Zeit ist die Schweißung völlig automatisch fertig.

Die hohe Entwicklung, welche die Werkzeugmaschinenindustrie in Amerika zeigt, ist eine Folge des Bestrebens, die Menschenarbeit auf ein Minimum zu beschränken; denn der Arbeitslohn des ungelernten Arbeiters ist dort mindestens doppelt so hoch wie bei uns.

In starkem Kontrast zu dieser hohen Entwicklung stehen jedoch die mangelhaften Einrichtungen in den Fabriken zum Schutze der Arbeiter. Es ist wirklich seltsam: auf der einen Seite die hohe Bewertung der Menschenkraft, auf der andern die niedrige Schätzung des Menschenlebens. Auch im öffentlichen Verkehrswesen macht sich dieser letztere Zug bemerkbar. Es gibt keine Schranken an Eisenbahnübergängen und die Sicherung der Eisenbahnstrecken, insbesondere der zahlreichen hölzernen Brücken, geschieht nicht durch Streckenwärter; jeder Zug hat sich selbst zu sichern. Ein jeder ist auf seine eigene Umsicht angewiesen, die staatliche Bevormundung fehlt, was auch z. B. darin zum Ausdruck kommt, daß bei Abgang der Züge kein Abfahrtssignal gegeben wird, sondern der Zug sich plötzlich in Bewegung setzt. Bei Verspätungen und auf Zwischenstationen ist das mitunter wenig angenehm. — Wenn ich sage, die staatliche Bevormundung fehlt, so ist das aber nicht ohne Ausnahme zu

verstehen. Est ist ja bekannt, daß in einzelnen Staaten der Union ein vollkommenes Verbot des Verkaufs geistiger Getränke besteht. Wenn man im Pullmannwagen ein solches Gebiet passierte, dann wurde offiziell der Verkauf von Bier und Wein eingestellt, unoffiziell mit Hilfe eines Trinkgeldes konnte man allerdings doch das Gewünschte erhalten.

Insbesondere den Universitäten ist diese Art der staatlichen Fürsorge in reichem Maße zugewendet. In der Berkeley-Universität in Kalifornien dürfen eine engl. Meile im Umkreis keine Spirituosen verschenkt werden; auch an dem Professorentisch, an dem ich aß, herrschte völlige Abstinenz. Ebenso ist in der Stadt Cambridge, in der die Harvarduniversität liegt, der Ausschank von Spirituosen verboten; nur auf einem Festdiner, dem ich beiwohnte, war zu Ehren der Gäste eine Ausnahme gemacht.

Um nochmals auf die Besichtigung von Fabriken zurückzukommen, so habe ich mir neben den chemischen, elektrischen und Maschinenfabriken auch einen Chromgerbereibetrieb, wohl den größten in der Welt, in Philadelphia angesehen. Wenn ich nicht irre, werden pro Tag 20000 Stück verarbeitet, meistens Ziegenfelle, die zum großen Teil aus dem Auslande kommen. Sechs Wochen lang dauert der Gerbeprozeß. Wohl nur weniger bekannt ist, daß zur völligen Zerstörung der Haarnarben und zum Weichwerden die Felle außer mit Kalk noch mit einem Auszug von Hundekot — wie übrigens auch bei uns — behandelt werden. Es ist eigentlich auffallend, daß an Stelle dieses wenig angenehmen und dabei kostspieligen Reagens — zirka 150000 M. kostet der Hundekot die Fabrik pro Jahr — noch kein anderer gefunden ist, zumal wenn man weiß, dass die Behandlung auch gefährlich ist. Es bedarf großer Übung, um gerade den richtigen Zeitpunkt zur Entfernung der Felle aus der Lösung abzupassen. Zu lange Behandlung verbrennt die Felle und zu kurze ist natürlich auch nicht gut. Gerade als ich da war, sollte ein Ersatzmittel, das von den Frankfurter Handelschemikern Popp und Becker angepriesen wurde, neuerdings probiert werden. Der erste Versuch hatte noch keine zufriedenstellenden Resultate geliefert.

Schließlich möchte ich noch eines Besuches des Edisonlaboratoriums, zirka 1 Stunde von New-York auf einer Anhöhe herrlich gelegen, gedenken. Edison hatte zugesagt, mich persönlich zu empfangen; ich war enttäuscht, ihn doch nicht anzutreffen.

da gerade zu dieser Zeit sein Sohn in eine Skandalgeschichte verwickelt war und er den Reportern entfliehen wollte. Abgeholt wurde ich von einem Automobil, das mit den neuen Edison-akkumulatoren ausgerüstet war. Nach den Erfahrungen auf dieser Fahrt müssen die Akkumlatoren gegen Erschütterungen nicht empfindlich sein, denn wir nahmen mit solcher Vehemenz tiefe Löcher, daß man sich in acht nehmen mußte, nicht aus dem Wagen geschleudert zu werden. Sie setzen dort große Hoff-nungen auf den Akkumulator für Traktionszwecke. In Deutsch-and ist jetzt ein besonderes Unternehmen für den Vertrieb ge-gründet worden, und wir werden nächstens Gelegenheit haben, ms selbst von der Brauchbarkeit dieser neuen Erfindung Edisons iberzeugen zu können. Ein gebrauchsfertiger Akkumulator, der nir halb und halb für mein Laboratorium zugesagt wurde, ist isher leider nicht in meine Hände gelangt.

Sehr interessant war es mir, von einem Assistenten etwas iber die Arbeitsweise von Edison, den wir zu den erfolgreichsten Erfindern zählen können, zu erfahren. Wenn er eine neue Idee erfolgt, dann arbeitet er Tag und Nacht. In einem kleinen 'erschlage steht ein Bett, auf das er sich, wenn er müde wird, ir einige Stunden hinlegt. Die Zahl der Assistenten und Mecha-iker ist sehr verschieden, sie steigt bis auf je 1 Dutzend. Lange alten es die Assistenten meistens nicht bei ihm aus; die Ge-älter sollen nicht besonders glänzend und er selbst auch etwas 'etterwendisch sein. Eine große Anzahl Laboratoriums- und Verkstatträume sind vorhanden, unmittelbar daneben befindet ich die Fabrik für Phonographen und Kinematographen, die ich uch besichtigte. Großartig ist der Bibliotheksraum, jedoch sind ie Zeitschriften und Bücher nur bis zum Jahre 1891 gebunden nd geordnet, alle neueren liegen unordentlich zusammengestapelt, nd Edison ist nicht zu bewegen, trotz des Drängens von seiten der ssistenten, einen wissenschaftlich gebildeten Mann für einige 'eit dort hinzusetzen und die Sache in Ordnung bringen zu lassen. lit einiger wohl verzeihlicher Genugtuung vernahm ich bei dieser ielegenheit, daß Edison seine elektrochemischen Kenntnisse zum 'eil aus der englischen Übersetzung meines Lehrbuches ge-ronnen hat.

Zum Abschied wurde mir der neueste verbesserte Phonograph 'orgeführt, der die menschliche Stimme mit wirklich hervor-

ragender Deutlichkeit wiedergibt. Da wohl nur der kleinste Teil der Anwesenden selbst in einen Phonographen hineingesprochen und sodann seine eigene Stimme zu hören bekommen hat, so will ich darauf aufmerksam machen, daß man die Stimmen anderer bekannter Personen ausgezeichnet erkennt, die eigene jedoch ganz fremd findet, man glaubt ganz anders zu sprechen als man sich sprechen hört. Das liegt daran, daß der Ort, von dem die Stimme ertönt, eine ganz andere Lage hat; die Wirkung auf das Gehör ist eine andere, je nachdem die Stimme aus dem eigenen Munde oder von einer beliebigen Stelle des Zimmers aus ertönt. Diese Walze, auf der die gegenseitigen Komplimente, die wir uns sagten, fixiert sind, wurde mir zum Andenken überreicht: ein Danaergeschenk, denn nun bin ich doch moralisch genötigt, mir einen Phonographen, den sie mir nicht mitschenkten, zu kaufen.

Man darf eigentlich nicht von Amerika schlechtweg sprechen, sondern man muß hinzufügen, ob man den Osten oder den Westen meint; denn diese beiden bilden sehr große Gegensätze. Im Osten, speziell in Washington, Baltimore, Philadelphia, New-York, Boston findet man europäischen Komfort und europäische geistige und leibliche Genüsse. Wir haben es hier mit einer hochentwickelten Industrie und einem hochentwickelten Verkehrswesen zu tun. Es ist erstaunlich, wie stark auch an kleineren Orten der elektrische Vorortverkehr entwickelt ist. Einheitspreis 5 Cent, bezeichnend für den Geldwert. Eine nachahmenswerte Einrichtung habe ich übrigens mitunter gesehen. Falls bei uns dem Wagenführer, der den Einschalter handhabt, bei voller Fahrt ein Unglück irgend welcher Art zustieße, würde der Wagen weiterrasen und bei der nächsten Kurve wahrscheinlich umfliegen. In Amerika wird der Kontakt überhaupt erst dadurch hergestellt, daß der Führer bei der Betätigung des Einschalters gleichzeitig mit der Hand einen Knopf herunterdrückt. Läßt er die Hand los, so geht der Knopf in die Höhe und es hört bei jeder Stellung des Einschalters der Strom auf.

Was die Schnelligkeit der Eisenbahnzüge anlangt, so sind die bei uns herrschenden Vorstellungen davon doch wohl übertrieben. An der Hand des Kursbuches habe ich konstatiert, daß die schnellsten Eisenbahnzüge auf längeren Strecken incl. Aufenthalt eine Durchschnittsgeschwindigkeit von nicht ganz 90 km im besten Fall erreichen. Es sind aber nur wenige, welche 80 km

überschreiten und die führen stolze Titel wie Empire state Expreß oder Exposition flyer.

Die Sache wird aber ganz anders, wenn man nach dem Westen kommt. Wo dieser anfängt und der Osten aufhört, ist eine offene Frage. Chicago wird man zum Osten rechnen können, ohne auf Widerspruch zu stoßen, wenn auch diese Stadt wenig geliebt und etwas verächtlich als big town, aber nicht als Großstadt von den New-Yorkern bezeichnet wird. Dagegen würde man bei dem Versuch, St. Louis als zum Osten gehörig zu betrachten, an der Ostküste auf den entschiedensten Widerspruch stoßen, während die St. Louiser selbst natürlich über die Zurechnung zum Westen entrüstet wären. Ich persönlich bin allerdings sehr geneigt, St. Louis zum Westen zu rechnen.

Also wie gesagt, im Westen hat alles ein anderes Aussehen. Die mit Aussichtswagen, Badeeinrichtung, Rasierstube gut und bequem eingerichteten Züge gehen erheblich langsamer, von Minneapolis ab auf der North-Western-Pacific-Bahn machten wir, trotzdem sehr wenig gehalten wurde, durchschnittlich kaum 40 km die Stunde. Die Gegend, zuerst noch fruchtbar, wurde immer einförmiger und öder. Nach etwa 44stündiger Fahrt (von Chicago aus gerechnet) kamen wir nach Gardener, dem Eingangspunkt zum Yellowstone Park. Das Land ähnt hier einer Wüste, nur die nicht zu fernen Berge bringen Abwechslung herein.

Zwei Gesellschaften sind vorhanden, mit deren Hilfe man die Sehenswürdigkeiten des Parkes in Augenschein nehmen kann: die Transportation Company und die Company des Mr. Wylie. Erstere besitzt mehrere Hotels, die in der Nähe der Hauptsehenswürdigkeiten stehen, letztere nur sogenannte Permanent camps, d. h. Zeltlager. Gewöhnlich macht man eine sechstägige Tour, bezahlt eine bestimmte Summe an eine der Gesellschaften und hat dafür freie Verpflegung, Logis und Beförderung. Pferde und Wagen sind gut, an einzelnen Tagen werden bis zu 70 km zurückgelegt.

Mir war von einem bekannten Amerikaner, der die Tour vor einigen Jahren gemacht hatte, geraten worden, mich der Wylie Company anzuschließen, weil man bei dieser Gesellschaft mit den übrigen Mitwirkenden näher in Berührung kommt und so Gelegenheit hat, Amerikaner aus dem Mittelstande kennen zu lernen;

auch das Leben bei Sternenschein und Lagerfeuer (andere Beleuchtung gibt es des Abends nicht) sei sehr omantisch. Mein Reisegefährte — Kollege Benoit von hier — und ich folgten denn auch diesem Rat, nur die erste Nacht verbrachten wir in dem bei Mammuth hot Springs gelegenen Hotel. Nun, ich muß gestehen, in der Erinnerung ist es ja recht schön, fünf Nächte in Zelten kampiert zu haben, wenn wir aber berücksichtigt hätten, daß der Park so hoch wie die Spitze des Faulhorns, etwa 2700 m hoch, liegt und in der Nacht häufig starker Frost auftritt, so hätten wir doch vielleicht die Hotels vorgezogen. Gefroren haben wir gründlich bei dieser Partie, namentlich in der letzten Nacht, wo wir nur über ein sogenanntes Touristenzelt verfügten, das sehr viel primitiver war als die großen Zelte, die bei feuchter Witterung und des Morgens zum Anziehen und Waschen vermittelst eines kleinen Ofens erwärmt werden konnten. Auf ein Glas Wein zur Erwärmung mußten wir auch verzichten, da Spirituosen überhaupt nicht verkauft wurden.

Wohl infolge spezieller Empfehlung bekam ein jeder von uns zweien ein eigenes Bett. Ich war aber nicht wenig erstaunt, zu sehen daß von den übrigen Mitreisendeu stets je zwei in ein Bett gelegt wurden. Das scheint in Amerika Sitte zu sein, in den meisten Hotels sind die Betten 1,5 m breit, enthalten zwei neben einander liegende Kopfkissen und werden vielfach von zwei Personen benutzt. In manchen Hotels steht angeschlagen, daß, falls zwei Personen in einem Bett schlafen, der Preis pro Bett sich verdoppelt. Anders ist es aber merkwürdigerweise in den Pullmannwagen. Hier wird nur für das Bett resp. für den Platz bezahlt. Infolgedessen findet man, daß oftmals die Betten von zwei Personen besetzt werden, insbesondere von Ehepaaren oder jungen Mädchen. Die Betten sind ja verhältnismäßig breit, 1 m, da aber 24 Betten sich in einem Raum befinden, die Betten gegen den gemeinschaftlichen Mittelgang nur durch Vorhänge abgegrenzt sind und das An- und Auskleiden im wesentlichen sich im Bette selbst abspielen muß, so gehört immerhin eine gewisse Übung und, falls man ein upper berth hat, auch turnerische Geschicklichkeit dazu, wenn zwei Personen mit einem Bett auskommen wollen. In den 16 Nächten, die ich in Amerika im Schlafwagen zugebracht habe, habe ich stets eine große Anzahl von Betten doppelt besetzt gesehen.

Um auf den Park wieder zurückzukommen, so ist man in bezug auf den Waldbestand enttäuscht. An Stelle der alten Baumriesen, die man erwartet, findet man meistens jungen Bestand. Die vielen Waldbrände, die hier gewütet haben, sind die Ursache; man kann noch jetzt viele Hektare früheren Waldes sehen, auf denen die völlig angekohlten, aber noch aufrecht mit schwarzen Zweigen dicht neben einander stehenden Stämme ein gespenstiges Aussehen haben. Seit der Park 1872 zum Nationalpark erklärt worden ist, haben diese Brände aufgehört; es soll jetzt alles in dem Zustande bleiben, den die Natur hervorbringt; außer den vier Hotels dürfen keine weiteren Häuser neu gebaut, kein Stein, kein Baum darf entfernt werden, und Militär, das an verschiedenen Punkten liegt, sorgt für strenge Befolgung der Vorschriften, deren Übertretung sehr unangenehme Folgen hat. Man hat so hier Gelegenheit, z. B. den Verwesungsprozeß an den umgestürzten Baumstämmen, die ja auch nie entfernt werden, zu verfolgen. An einzelnen Stellen ist der Stamm noch gut erhalten, an andern ist nur noch feiner Holzstaub zu erkennen, stellenweise ist keine Spur von einem früheren Stamm mehr zu sehen, dem folgt wieder ein leidlich erhaltenes Stück.

Die Hauptsehenswürdigkeiten des 8500 qkm großen Parkes (Baden hat etwas über 15000 qkm) sind die Fumarolen, heißen Quellen, und die Geysir. Als letztere bezeichnet man diejenigen heißen Quellen, die in gewissen Zwischenräumen erhebliche Wasser- und Dampfmengen in die Luft schleudern, ohne daß natürlich eine scharfe Grenze zwischen Geysirn und heißen Quellen besteht (denn auch letztere sind nicht immer ruhig, sondern geraten von Zeit zu Zeit in heftige Bewegung, unter gleichzeitiger starker Dampfentwicklung. Über 3000 heiße Quellen und Geysir sind zu verzeichnen, rechnet man jedoch alle Fumarolen etc. hinzu, so geht die Zahl in die 10000. An einzelnen Stellen, z. B. am Upper Geysir Basin, am Midway, Norris etc. Basin liegt ein Geysir am andern, der ganze Boden erscheint unterminiert und bei klarem Sonnenschein oder auch bei Mondlicht (wir hatten gerade Vollmond) macht die ganze Szenerie einen dämonischen und überwältigenden Eindruck. Bis 75 m hoch schleudern die einzelnen Geysir ihre Wassermassen. Einer der schönsten und getreuesten ist der Old Faithfull; er springt alle 65 Minuten. Zuerst beginnt er klein, steigt dann nach etwa 1 Minute zu

seiner vollen Höhe von 40 m an, behält sie 1—2 Minuten l
und sinkt dann zurück. Nach 4—5 Minuten ist alles wie(
ruhig, nach 60 Minuten beginnt das Spiel von neuem. And(
Geysir springen in andern Zwischenräumen mehr oder wenig
regelmäßig. Sehr eigenartig anzuschauen sind auch die a
Kalkstein oder Kieselsinter bestehenden Gesteinsgebilde, die s
um die Geysir in wunderlichen Formen und herrlich gefä
angesetzt haben. Das heiße herausgeschleuderte Wasser
sich nämlich entweder mit Kalkstein gesättigt, das den mächtig
Grundstock des Plateaus bildet, oder mit Rhyolit, einem vul
nischen Silikatgestein, das in einigen 100 m dicken Schich
aufgelagert ist, und beim Abkühlen und Verdunsten hinterbleil
dann die erwähnten wunderlichen Formationen.

Die prächtigen Färbungen sind nur zum kleinen Teil an
ganischen Ursprungs; sie rühren größtenteils von kleinen Pflanz
organismen, von Algen, her, die schon bei zirka 80° C lebe
fähig sind. Je niedriger die Temperatur des abfließenden Wass
mit steigender Entfernung von der Auswurfstelle wird, de
höhere organische Formen können gedeihen. Durch eingehei
Untersuchungen ist festgestellt worden, daß manche Algenforn
in bestimmten Temperaturgrenzen blühen und daß die für gewi
Spezies charakteristischen Farben an solche Temperaturen
bunden sind; ja man kann nach der Natur der vorkommen(
Algen die Temperatur des sie berieselnden Wassers feststell
Diese Überlegungen und Erfahrungen erklären auch den Umsta
daß die Quellen vielfach mit konzentrischen Ringen umgel
sind, von denen jeder seine eigene von den der andern versch
dene Farbe besitzt.

Aus manchen Quellen steigen CO_2 oder H_2S haltige Dämj
auf, und gelbe Schwefelfäden finden sich massenhaft in der U
gebung, andere Quellen wieder sind arsenhaltig. Es gibt auch ei
Anzahl rosa oder gelb gefärbter Schlammquellen, die mit ein(
sonderbar puffenden Ton kleine Schlammassen emporschleude1
die dann in blumenähnlichen Formen zurückfallen.

Es sind unvergeßliche Eindrücke, die man aus diesem Wu
derlande mitnimmt. Daß die Phantasie der Indianer und d
ersten weißen Besucher dieses Landes mächtig erregt wurd
und allerlei Sagen und abenteuerliche Geschichten entstande
wird uns danach nicht in Erstaunen versetzen. Eine dies

igen meldet, daß auf Flaschen gefülltes Geysirwasser noch ine große Sympathie für die Quelle besitzt, der es entstammt; e äußert sich darin, daß während einer Eruption das Wasser i der Flasche in heftige Wallung geräht, ja manchmal den töpfen heraustreibt oder die Flasche in tausend Stücke zertrümmert. Diese Sympathie erlischt erst, wenn die Flasche aus m Bereich des Parkes ist.

Zur Erklärung der Tätigkeit der Geysir, womit sich schon unsen beschäftigt hat, muß man sich einmal daran erinnern, ß der Siedepunkt des Wassers mit steigendem Druck ansteigt, d zweitens wissen, daß, auch wenn die richtige Siedetemperatur reicht ist, das Wasser nicht stets sofort zu sieden beginnt, sondern nfig in den sogenannten überhitzten, einen sehr labilen Zustand mmt, bei dessen Störung das Wasser dann mit so großer Heftigkeit Sieden gerät, daß der herausströmende Dampf mehr oder weniger asser mit emporreißt. Das Oberflächenwasser speist die Geysirachte und wird durch das unten liegende heiße Gestein erwärmt, Siedetemperatur des unten befindlichen Wassers liegt infolge Druckes der darüber befindlichen Wassersäule höher, diese mperatur wird leicht erreicht und überschritten, und durch Flüssigkeitsströmungen wird auch das obere Wasser über seine niedrigere edetemperatur erhitzt. Durch thermometrische Messungen hat man rigens direkt bei vielen Quellen eine über der Siedetemperatur gende Temperatur des oberen Wassers festgestellt. Erreicht nun r Zustand der Überhitzung eine gewisse Höhe, so kann er nicht nger bestehen bleiben, die Wassersäule beginnt oben (oder auch einem andern Punkt) zu sieden, indem gleichzeitig Dampf und asser emporgeschleudert werden, dadurch sinkt die Höhe der ule bzw. des Druckes und das unten befindliche Wasser, das durch in einen viel zu starken Zustand der Überhitzung gerät, ngt ebenfalls heftig zu sieden an, und es wird indem sich diese ufhebung der Überhitzung bis zum Fuße der Säule fortpflanzt, e ganze Wasser- und Dampfmasse mit ungeheurem Getöse hoch nporgeworfen. Ist der Krater entleert, so füllt er sich allählich mit Oberflächenwasser, das mehr oder weniger langsam rwärmt wird, und das Spiel wiederholt sich von neuem.

Dieser Zustand der Überhitzung, der, wie Sie sehen, eine ichtige Rolle spielt, läßt sich nun leicht künstlich verhindern ez. aufheben. Im allgemeinen genügt schon das Hereinhalten

oder -werfen eines Gegenstandes. Daraus erklärt sich die Beobachtung, daß manche Quellen anfangen außer der Zeit zu springen, wenn Steine hereingeworfen werden. Unangenehmer war diese Erscheinung für einen Chinesen, dem man vor vielen Jahren die Erlaubnis gegeben hatte, an einer ganz ruhigen und und versteckt liegenden Quelle Wäsche zu waschen. Kaum hatte er damit begonnen, so begann die sonst so ruhige Quelle zu seiner höchsten Überraschung zu springen und seine Wäsche weit fortzuwerfen.

Die Flüssigkeitsströmungen der heißen Quellen lassen sich bequem demonstrieren, indem man ein Taschentuch in das die Quelle umgebende Becken hineinwirft; es wird bald von einer am Boden des Beckens entlang ziehenden Strömung, die das abgekühlte Wasser nach unten führt, erfaßt, verschwindet in dem Quelloch und taucht nach einigen Minuten mit der warmen Strömung wieder auf. Über die Tiefe der Quellen sind die Angaben unsicher; dort wurde mir erzählt, daß man in einigen mehrere 1000 Fuß gelotet hätte, ohne auf Grund zu kommen.

Die Regenmenge auf diesem Plateau ist sehr reichlich, und so finden wir hier auch einen großen See, 2360 m hoch, auf dem ein Dampfschiff, das höchste der Welt, fährt. An dem Ufer dieses Sees befinden sich auch viele heiße Quellen, und so kann man bequem, ohne einen Schritt gehen zu müssen, sich im kalten See eine Forelle fangen und sofort in der heißen Quelle kochen.

Einen Punkt von bezaubernder Schönheit bietet schließlich der Abfluß des Sees dort, wo er sich ein tiefes Bett gegraben hat. Ich kann Ihnen diesen Cañon des Yellowstoneflusses im Bilde vorführen. Die verwitterten Rhyolitfelsen leuchten in allen Farben mit der Grundfarbe gelb und zeigen die kühnsten Spitzen und Zacken, auf deren unzugänglichsten sich Adler ihre Nester gebaut haben.

Früher herrschte in den Gebieten des Yellowstoneparkes Jagdfreiheit; nachdem jedoch die Vernichtung des ganzen Wildstandes nahegerückt war, wurde die Jagd verboten. Diesem Verbot ist es zu danken, daß man dort Gelegenheit hat, prächtige Elke und wilde Bären, auch noch einige Exemplare Büffel, diese allerdings eingezäunt, zu sehen. In der Nähe der Hotels und permanent Camps sind Futterplätze eingerichtet, an denen die Bären, mitunter in Trupps von zwölf und mehr, zu bestimmten Zeiten sich

einzufinden pflegen. Man kann hier nahe an sie herangehen; eine Amerikanerin von unserer Gesellschaft näherte sich unter Benutzung eines umgestürzten Baumstammes derart den Bären, daß sie sie mit ausgestrecktem Arm hätte berühren können. Als sie dies jedoch wirklich tun wollte, wandte sich der eine Bär zähnefletschend gegen sie und brachte sie von ihrem Vorhaben ab. Im allgemeinen sind ja die Bären, wenn sie nicht gereizt werden, den Menschen nicht gefährlich, doch kommen nicht selten Verwundungen vor. Tags zuvor war, wie man uns berichtete, an einem andern Platze ein Knabe arg zerfleischt worden, und es hätte auch der oben erwähnten Dame ihre Kühnheit schlecht bekommen können.

Viel des Interessanten und Großartigen hatten die sechs Tage im Park uns geboten; ich war aber schließlich doch froh, aus dem Zeltbett für die nächsten zwei Nächte wieder in den mir jetzt besonders komfortabel erscheinenden Pullmannwagen zu kommen, der uns nach Portland an der Pacifischen Küste führte. Schon bei der Abfahrt vom Park fiel es mir auf, daß auf den am Horizont sichtbaren hohen Bergen ein leichter Dunst lagerte; dieser verstärkte sich zusehends, je mehr wir uns der Küste näherten. Die Ursache blieb uns nicht lange verborgen, bald sahen wir zur rechten und zur linken Bäume, die entweder mit voller Flamme brannten oder nur langsam unter um so stärkerer Rauchentwicklung schwelten. 40 Stunden lang fuhren wir durch brennenden Wald, mitunter war der Rauch so dick, daß man auf 10 m Entfernung nichts mehr sehen konnte. Ich hätte eine derartige Waldverwüstung durch Brand, wie sie im Westen Amerikas, insbesondere auf dieser, aber auch auf andern Strecken zu beobachten war, nicht für möglich gehalten. Ungeheure Werte werden hier zerstört und in absehbarer Zeit wird von dem ganzen Waldbestande, wenn dieser Verwüstung nicht Einhalt getan wird, nicht mehr viel übrig sein. Das hat auch die amerikanische Regierung eingesehen und bereits erhebliche Summen für Aufforstung in den Etat eingestellt.

Und die Ursachen der Waldbrände? Funken von der Lokomotive; ich habe mir sagen lassen, daß von den Heizern auch brennende Kohlen direkt aus der Feuerung nur aus Übermut in den ausgetrockneten Wald geworfen werden. Ferner Nachlässigkeit der Indianer, die man auf den Stationen und vom Zuge aus

vielfach beobachten kann. Mir scheinen diese Ursachen aber z
Erklärung für die an so vielen einzelnen Stellen zu beoba
tenden Brände nicht genügend; ich bin zur Vermutung gekomm
daß hier auch Selbstentzündung vorliegt. Man läßt ja das H
dort völlig zu Staub vermodern, und es erscheint mir a pri
denkbar, daß unter dem Einfluß der brennenden Sonnenstrah
dieses feine Pulver, ähnlich wie fein verteiltes Eisen, so lebh
mit dem Sauerstoff der Luft reagiert, daß sich schließlich
vollständiger Brand daraus entwickelt. Vielleicht hat einer
den Anwesenden Erfahrung in betreff dieses Gegenstandes.

Als das zweite Wunder Amerikas wird das Yosemite-Va
bezeichnet. Es ist dies ein Tal, umgeben von Felsmass
die zu ungeheurer Höhe aufsteigen und von denen zur Reg
zeit mächtige Wasserfälle herabstürzen. In gleicher Wildheit
Großartigkeit haben die Alpen kein Tal aufzuweisen. Da n
aber, um dieses eine Tal zu sehen, 1½ Tage hin und 1½ Ta
zurück vierspännig meistens in rasendem Tempo auf derart st
bigen Wegen fahren muß, daß Kleider, Haare und Gesicht
einer dicken Staubschicht belegt und Mund, Nase und Au
völlig verklebt sind, so kann der Besuch nicht besonders e
pfohlen werden. Interessanter und lohnender war die hiern
verbundene Seitentour zur Besichtigung der big trees. Üb
300 außergewöhnlich mächtige Bäume, eine Pine-Art, stehen
einem Raum von wenigen qkm. Sie haben ihre Existenz wa
scheinlich dem Umstande zu danken, daß die früher hier haus
den Indianer die Gewohnheit hatten, von Zeit zu Zeit das Unt
holz abzubrennen. Dadurch bekamen die übrig bleibenden Stäm
Licht und Luft. Die meisten sind angekohlt, aber gesund. I
höchste hat 99 m, der dickste in Manneshöhe einen Durchmes
von zirka 10 m. Durch einige, die hohl sind, fuhren wir vi
spännig hindurch, doch sind dies keineswegs die stärksten.

Um den furchtbaren Staub unschädlich zu machen, hat m
zirka 50 km des Wegs mit Öl besprengt; wohl infolge d
hohen Kosten ist das Besprengen nicht weiter fortgesetzt word
Nach meinen Erkundigungen betragen die Kosten pro Kilometer zir
1000 Mark für genau eine Wagenbreite Bahn. Die ersten 3-
Jahre soll das Sprengen jährlich einmal wiederholt werden, da
soll der Weg für eine Reihe von Jahren gut sein. In der T
war der Weg völlig staubfrei; für die Pferde ist er in d

rsten Jahren nicht angenehm, die Masse backt etwas und sie lufen sich die Füße heiß. Derartige Wege habe ich auf kleineren trecken auch in San Franzisko und Los Angeles angetroffen. as Öl selbst ist billig und wird in und bei Los Angeles in roßen Massen gewonnen. Man sieht dort, mitten zwischen den illen, hunderte von Bohrtürmen; vermittels eines ganz primiiven Pumpbetriebes wird das Öl aus Tiefen von 300—500 m geoben. Die Bohrlöcher liegen vielfach ganz dicht nebeneinander, ehören aber augenscheinlich zu verschiedenen Reservoiren, da ie Tiefe, aus der das Öl gewonnen, sehr stark variiert.

Die Entdeckung dieser Ölfelder liegt kaum ein Jahrzehnt urück. Daß dabei von einzelnen mühelos Millionen gewonnen, t nicht wunderbar. Es wurde dort erzählt, daß ein Mann einem ndern 100 Doll. geliehen hatte, und von diesem, da er nicht ahlen konnte, vor 10—15 Jahren dafür 100 Acres Land in der tzigen Ölgegend erhielt. Nach einigen Jahren verkaufte er das and für 2 Millionen Doll.

Von der schönen Lage und dem wunderbaren Klima von San anzisko und den andern pazifischen Orten will ich nicht viel rechen, das ist ja bekannt. Im Sommer allerdings ist der Einuck, den man bekommt, nicht der günstigste. Denn von Ende ai bis Anfang Dezember fällt kein Tropfen Regen in San Franisko und alles ist verdorrt; nur an einigen Plätzen, wo künstliche ewässerung herrscht, grünt und blüht alles in üppigster Pracht. m Regenschirm erkennt man dort unweigerlich den Fremden dieser Zeit. Die Temperatur ist Sommer und Winter nahezu eich und sehr angenehm frisch; Ende August wurde es des achmittags, wenn die frischen Seewinde kamen, sogar empfindich kühl, gegen Abend wärmer. Das Getreide und Gras wächst m Winter, die Ernte fällt in den Mai.

Geht man jedoch ins Innere, näher an das Gebirge, die Sierra evada, heran, so wird die trockene Hitze immer drückender. Hier entwickelt sich eine halbtropische Vegetation in Kalifornien, nd Birnen, Pfirsiche, Weintrauben und andere Früchte werden täglich, frisch oder getrocknet bzw. eingemacht, in vielen Wagenladungen nach dem Osten gesandt. Fresno ist der Mittelpunkt für Obstkultur und Rosinenbereitung. Letztere geschieht einfach in der Weise, daß die gepflückten Weintrauben in flachen

5*

Körben auf dem Felde genügend lange der Sonne ausgesetzt werden, denn regnen, wie gesagt, tut es ja im Sommer nicht.

In Fresno hatten wir auch Gelegenheit, eine Konservenfabrik, in der Pfirsiche eingemacht werden, zu besichtigen. Die für das feine Obst bestimmten Pfirsiche werden mit der Hand geschält, die andern in Hälften geschnitten, in kochendes angesäuertes Wasser getan und mit Maschinen geschüttelt. Hierdurch werden sie von der Pelzhaut befreit, doch bleibt eine etwas härtere Oberflächenschicht zurück. Gut gewaschen werden sodann die halben Pfirsiche mit der Hand in Blechbüchsen gepackt und gewogen — ein Mindestgewicht muß erreicht sein, sonst muß nachgepackt werden, ist zu viel darin, so macht das nichts. Die Büchsenöffnung wird mit einem passenden Blechstück bedeckt, das in der Mitte ein kleines Loch hat, und die Büchsen auf drehbare Platten gestellt, wodurch ein schnelles Löten ermöglicht wird. Nun wird die Büchse mit dem noch rohen Obst für 15—35 Minuten, je nach der Qualität des Obstes, in siedendes Wasser gestellt, das Loch sodann zugelötet, worauf die Büchse zur Prüfung, ob alles dicht ist, nochmals in heißes Wasser gestellt werden. Das Auftreten von Blasen verkündet eine etwaige Undichtigkeit. Sehr sinnreiche maschinelle Vorrichtungen für kontinuierlichen Betrieb waren vorhanden.

Auf der Rückreise von Los Angeles nach dem Osten lernte ich das dritte Wunder der Vereinigten Staaten, den Grand Cañon des Kolorado, kennen, der durch die aushöhlende Tätigkeit des Wassers im Zeitraum vieler Jahrtausende entstanden ist. Ein ungeheurer Abgrund von zirka 500 km Länge, etwa 20 km Breite und einer Tiefe bis zu 2 km breitet sich hier vor den erstaunten Augen des Reisenden aus. Tief unten, dem Auge nur als dünnes silbernes Band sichtbar, fließt der mächtige Strom. Die ihn einschließenden Felswände, an manchen Stellen durch Quertäler durchbrochen, sind in gewaltige Felsen zerspalten, die durch tiefe Einschnitte von einander getrennt sind. Wenn man am Rande steht und hinunter schaut, so hat man den Eindruck, als ob ein vollständiges Gebirge mit seinen vielgestaltigen Höhen und seinen Tälern zu den Füßen liegt. Die Felsen zeigen, namentlich im Sonnenschein, wunderbar leuchtende Farben, mit dem Grundton Rot, und man kann an den Wänden die verschiedenen geologischen Perioden bis zu den Granitfelsen der Urzeit beobachten.

Man muß ja zugestehen, daß diese sogenannten Weltwunder, insbesondere der Yellowstone Park und der Grand Cañon, ferner der überaus imposante Niagarafall Erscheinungen sind, denen wir in Europa nichts an die Seite zu stellen haben. Wir staunen hier etwas Gigantisches an, das unser Interesse aufs Höchste erregt. Aber die Natur ist zu gewaltig, als daß ihre Sprache in unserm Herzen einen Wiederhall finden könnte. Die Schönheit Italiens, unserer Alpenländer und Mittelgebirge kann jene Natur uns nicht ersetzen. Während die Sehnsucht mich immer wieder zu diesen Gegenden zurückführt, wird es mir nicht schwer fallen, auf das Wiedersehen jener Wunder zu verzichten.

Wenn wir ferner bedenken, wie weit diese einzelnen Punkte von einander entfernt, wie mühselig sie zu erreichen sind, welch öde Strecken Landes man zu durchfahren gezwungen ist, und anderseits in Betracht zieht, daß in Europa die Schönheiten nahe zusammen liegen. und man überall auch auf alte Kultur und reiche Kunstschätze stößt, dann werden wir verstehn, daß sich die Amerikaner selbst es meistens vorziehen, zur Erholung nach Europa zu gehen anstatt einen jener Punkte aufzusuchen. Ich habe mich an allen drei Punkten nach der jährlichen Besuchsziffer erkundigt, sie schwankte zwischen 10 und 20 000 für jeden Ort, eine verschwindende Zahl bei 90 Mill. Einwohner, zumal die Reklametrommel eifrig gerührt wird. Ein nicht unerheblicher Bruchteil fällt zudem noch auf die Ausländer. Der Besuch des leicht erreichbaren Niagarafalls ist natürlich ungleich größer, dorthin werden oftmals Extrazüge abgelassen.

Wir konnten froh sein, die Rückfahrt nicht 14 Tage früher angetreten zu haben, denn ein großer Wolkenbruch hatte zu der Zeit den Verkehr völlig unterbrochen. Die Santa Fé-Eisenbahn mußte stellenweise verlegt werden, da der bisherige Damm weggerissen und die Brücken zerstört waren. Jetzt fuhren wir an einigen Orten ganz langsam über einen provisorischen Knüppeldamm. Diese Passage war nicht sehr angenehm, und der Anblick völlig zertrümmerter Eisenbahnwagen, den wir zudem auf einer Station genossen, war eine besondere kräftige Ermahnung an die Vergänglichkeit alles Irdischen.

Nach den vielen anstrengenden Fahrten winkte uns St. Louis. Da hofften wir wieder den gewohnten Komfort und behagliche Räume anzutreffen. Leider hatten wir aber die Rechnung ohne

das Hotel Inside Inn gemacht, in dem wir ein Zimmer vor
bestellt hatten. Dieses Hotel bot insofern Annehmlichkei
als es allein auf dem Ausstellungsgelände lag, und seine Bewol
den großen Weg von und zur Stadt sparten. Es faßte zirk
bis 6000 Personen und war ganz aus Holz gebaut. Ich will n
die dort erfahrenen Kümmernisse aufzählen, ich will nur
merken, daß ich selten so froh war als zur Stunde. da ich
lebendig verließ. Denn die Chancen fürs Lebendigverbrar
werden waren noch niemals in meinem Leben so günstig wie d
Zwar waren Feuerleitern an jedem Fenster außen vorhanden,
aber die meinige zu einem allseitig umschlossenen Hof füh
konnte ihre Benützung unter Umständen erst recht verderb
werden. Nur die vielen des Nachts in den Gängen vorhande
Feuerwachen gaben ein gewisses Sicherheitsgefühl.

Über die Ausstellung selbst haben Sie ja genug Berichte
lesen, so daß ich auf Einzelheiten nicht eingehen will. Die
lage der ganzen Ausstellung machte auf mich einen großartige
Eindruck als in Paris, auch die Gebäude waren zum Teil
posanter. Das Glanzstück war jedoch die Illumination. Es kli
dies für eine Ausstellung etwas merkwürdig, die Tatsache bes
aber. Ich habe doch auch schon manche Illumination gesel
wurde aber von diesem Anblick völlig überwältigt. Eine ungl
liche Lichtverschwendung wurde getrieben, hunderttausende
Glühlampen brannten täglich von Eintritt der Dunkelheit
11 Uhr. Die Helligkeit war so groß, daß man nicht, wie
wöhnlich, nur die Reihen der Lichtpunkte an den Gebäuden
während die Häuser selbst im Dunkel lagen, sondern die Kontu
der Gebäude waren deutlich erkennbar, und dieser Umstand
höhte die Wirkung auf den Beschauer ganz erheblich. Die t
gehendste Wirkung lag jedoch darin, daß die ganze Ausstell
während der größten Zeit der abendlichen Illumination völlig
war, weil die Menschenmasse sich auf dem abseits liegen
Vergnügungsmarkt befand. Ich kann nur sagen, ich glaubte
Märchen aus 1001 Nacht zu erleben, als ich einsam zwisc
den wunderbar beleuchteten Palästen, Gärten und Wasseranla
herumwandelte.

Der Inhalt der Ausstellung fiel unvorteilhaft gegen das Äuß
ab. Die Anordnung der Ausstellungsgegenstände war nicht g
zusammengehörige Gegenstände auseinander gerissen, speziell

Chemie, die manches Interessante bot, völlig zerstreut. Sodann waren zu viel Wiederholungen da. Vor allem gab es zu viel Verkaufsstände, die dem ganzen den Charakter eines Jahrmarktes aufdrückten. Die Beteiligung der amerikanischen Industrien selbst war recht mangelhaft, und die Ausstellung gab kein Bild von dem augenblicklichen Stande der dortigen Industrie, und mir scheint, daß die Zurückhaltung der deutschen Industrie berechtigt gewesen ist. Deutschland erzielte besonderen Erfolg durch seine Lehrmittel, feinen Instrumente und verwandten Gegenstände, deren Ausstellung unter besonderer Beihilfe der Regierungen stattgefunden hatte. Von andern Ländern ragte Japan hervor, während der russische Teil einen geradezu kläglichen Eindruck machte. Er bestand nämlich aus Verkaufstischen, die nicht fertig aufgeschlagen waren — augenscheinlich hatte das Geld dazu oder zum Fortkommen nicht mehr gereicht. Nur ein oder zwei Händler repräsentierten das russische Reich.

Die letzte Zeit meines Aufenthalts in Amerika benutzte ich insbesondere zum Besuch großer Institute und bekannter Hochschullehrer, die gerade von den Ferien zu dieser Zeit zurückgekehrt waren. Außer den beiden kalifornischen Universitäten, die ich eingehend besichtigt hatte, sah ich mir genauer die Institute der John Hopkins, der Harvard Universität, des Technologischen Instituts in Boston, das noch im Bau begriffene Bureau of Standards in Washington, unserer physikalisch-technischen Reichsanstalt entsprechend, und ebendaselbst das geological survey an. Mein Gesamturteil kann ich dahin zusammenfassen, daß ich keine für mein Fach bemerkenswerte Neuerung dort gefunden habe und ich mein hiesiges Laboratorium mit keinem der dortigen vertauschen möchte. Auch der schulmäßige Drill der Studierenden, die strenge Beaufsichtigung des Kollegbesuchs und der gemachten Fortschritte halte ich nicht für nachahmenswert. Es ist ja richtig, daß bei dieser Handhabung Jahre, wie bei uns, von keinem Einzelnen nicht verbummelt werden können, er wird bei Zeiten von der Hochschule drüben verwiesen. Es wäre aber doch verfehlt, auf diesen nicht zu großen Prozentsatz der Untüchtigen die Ordnung zuschneiden zu wollen. Was ich dort vermisse, ist die Erziehung zur Selbständigkeit; durch das dortige Zwangssystem wird die eigene Initiative und das Verantwortlichkeitsgefühl heruntergedrückt. Wie soll jemand im Leben selbständig

werden, wenn er noch als Student am Gängelbande geführt wir
Das Hauptziel, das die Hochschulen anstreben, soll die Schaffu
an Geist und Charakter kräftiger Individuen sein; zu seiner I
reichung muß freier Spielraum gewährt werden.

Die soziale Stellung der Hochschullehrer kann sich mein
dortigen Erfahrungen nach nicht mit der Stellung bei uns mess
Gerade über diesen Punkt habe ich mich mit Leuten aus v
schiedenen Berufen unterhalten und alle bestätigten, daß die d
tige soziale Stellung keineswegs hervorragend sei. Der äuß
Grund liegt wohl in der mäßigen Besoldung, die relativ re
niedrig ist; denn nirgends wird ja bekanntlich der Mensch
nach dem Dollar beurteilt, wie in Amerika. Über 3- bis 40
Dollar steigt das Gehalt kaum; jedenfals sind die Personen,
mehr als 5000 Dollar erhalten, so selten, daß sie nicht mehr
Gewicht fallen. Hiermit muß man die Besoldungen z. B.
Richter vergleichen. Es werden dort drei Richterstufen unt
schieden, die niedrigste erhält 8000 Dollar, die höchste, zu der
Richter des Bundesgerichts in Washington gehören, erhält 200
Dollar. Letztere und, wenn ich nicht irre, neuerdings auch
Richter der mittleren Stufe mit 14 000 Dollar sind lebenslängl
angestellt. Pensionen fehlen. — Als innerer Grund für das ni
so hohe Ansehen der Professoren ist wohl die Tatsache anzuseh
daß die dortigen Hochschulen und ihre Lehrer auch noch lan
nicht so hervorragende Leistungen wie bei uns aufzuweisen hab

Diese Verhältnisse werden sich in einigen Jahrzehnt
erheblich ändern: die Leistungen und die Besoldungen werd
wachsen und damit das Ansehen. Die Amerikaner sind im B
griff, die hohe Bedeutung der Pflege der Wissenschaft zu
kennen, wenn auch vorläufig die großen Stiftungen hauptsächlich f
prächtige Gebäude, die für den Geber ein Denkmal sein solle
ausgeworfen werden. Für gute innere Einrichtung und insb
sondere für die Heranziehung hervorragender Lehrkräfte wi
noch wenig getan. Der Physiologe in Berkeley, ein Mann mit b
kanntem Namen, erzählte mir, daß er früher in Chicago gewes
wäre und dort 70 000 Dollar für einen Institutsneubau erhalte
hätte. Für die innere Einrichtung blieben nur 300 Dollar übr
und für den Betrieb waren außer ihm nur ein Assistent un
1/2 Diener vorhanden. In letzter Zeit ist aber auch in dies
Hinsicht eine Besserung zu spüren.

Ein anderer Punkt, über den von einsichtigen Amerikanern geklagt wird, der aber noch keine Wendung zum Besseren zu nehmen scheint, ist die große Korruption. Gerade zur Zeit meiner Anwesenheit schwebten in einzelnen Städten großartige Prozesse gegen viele Dutzende von Aldermen wegen Betrugs. Dazu kommt noch, daß die Gerichtskosten sehr hoch sind, und es schwer ist, Recht zu erlangen. Ein Chicagoer Maschinenbesitzer, geborener Deutscher, sagte mir, daß er jemanden, der ihm 100 Dollar schuldete und nicht zahlen wollte, nicht verklagen würde, eben wegen der Höhe der Gerichtskosten und der Unsicherheit des Ausgangs.

Aber, meine Herren, ich bin überzeugt, auch dieses Geschwür wird von dem gesunden Körper schließlich überwunden werden. Denn gesund ist dieser Körper im innersten Kern, sein Verdauungsvermögen ist zu bewundern; alle die verschiedenen Nationen und Rassen werden assimiliert. Schon in der nächsten Generation gibt es nur noch Amerikaner, die alles im eigenen Vaterland am besten finden. Das eine ist the best of the world, das andere the highest, the greatest, the richest etc. Es ist mitunter geradezu rührend, wie sie sich freuen, wenn der Fremde irgend etwas lobt. Eine Charaktereigenschaft der Amerikaner verdient noch hervorgehoben zu werden, die im Auslande wenig bekannt ist: ihr ruhiges und freundliches Verhalten in den verschiedenen Lebenslagen. Ich habe doch auf meiner ganzer Reise niemals einen Amerikaner schimpfen gehört, während man bei uns selbst bei einer kleinen Reise genug davon zu hören bekommt. Bleibt mal drüben eine elektrische Straßenbahn infolge irgend einer Betriebsstörung eine halbe Stunde stehen, so erheben sich die Leute noch nicht einmal von den Sitzen, um sich nach Einzelheiten zu erkundigen. Ein geradezu fatalistischer Gleichmut oder, wie jemand sagte, eine wahre Eselsgeduld ist ihnen eigen. — Beim Passieren eines Tunnels hatte der Porter seine Obliegenheit, die oberen Fenster des Pullmannwagens zu schließen, versäumt, und Rauch und Dunst kam in das Wageninnere, so daß beinahe der Atem versagte. Ich war damals, am Anfang meiner Reise, nicht wenig erstaunt, daß, als wir das himmlische Licht wieder erblickten, niemand dem Porter ein Wort sagte. Man hustete, schnob und — lachte, das war alles. Ich muß gestehen, mir hat diese Ruhe und Freundlichkeit imponiert. Auch gegen

den Fremden sind sie liebenswürdig. Natürlich muß man mit den Landessitten rechnen. Daran muß man sich gewöhnen, daß hart an Hand, Fuß mitunter auch Kopf vorbei ein sicherer Spucker seine Geschosse schleudert oder, wenn man bequem zurückgelehnt, mit ausgespreizten Beinen auf einem Polster sitzt, plötzlich ein Fuß auf dem Polster zwischen den eigenen Beinen erscheint, der einem liebenswürdigen vis à vis gehört. Diese Freiheiten, die sich der Durchschnittsamerikaner herausnimmt, gestattet er jedoch auch jedem andern und er ist nicht etwa ungehalten, wenn ihm das gleiche passiert. Es ist demnach nicht richtig, dies Benehmen der Amerikaner als anmaßend zu bezeichnen, es zeigt nur die in unserem Sinne schlechte Erziehung.

Noch in anderer Hinsicht sind über Amerika in manchen Köpfen merkwürdige Ansichten vorhanden: man glaubt, daß dort der bei uns zu stark entwickelte Kastengeist gänzlich fehle. Das ist jedoch ein gründlicher Irrtum, nur die Gliederung der Kaste ist eine andere. Zum Beispiel: In den Gesellschaftskreis der New Yorker tonangebenden Milliardäre zu gelangen, ist für ande auch genügend reiche Einheimische nicht leicht. Sodann tritt e scharfer Gegensatz zwischen den selbständigen Existenzen u den Angestellten hervor. Letztere, selbst wenn sie etwa als Obe ingenieure in reich dotierten Stellungen sind, werden doch g sellschaftlich in den Kreisen der ersteren nicht als voll angesehe was übrigens auch bei uns zum Teil der Fall ist. In dassel Kapitel gehört schließlich die Tatsache, daß die Arbeiterverbän (unions) keineswegs einen jeden, der sich meldet, aufnehme sondern eine Auswahl treffen. Die Abgewiesenen sind in gerade bedauernswerter Lage, denn bei der Macht der Verbände wird ihnen sehr schwer, Arbeit zu finden. Man bekommt einen Begri von der Größe dieser Macht, wenn man vernimmt, daß ein Fabrik besitzer seinen eigenen Sohn in seiner eigenen Fabrik, wollte es nicht zum Streik kommen lassen, nicht arbeiten lassen durfte ehe dieser nicht Mitglied eines der Verbände geworden war Überhaupt darf kein Werk einen bestimmten Arbeiter, auch wenn dieser Verbandsmitglied ist, ohne weiteres einstellen; will es Arbeiter haben, so bekommt es die gewünschte Anzahl (aber im allgemeinen nicht die gewünschten einzelnen Personen) zugewiesen; passen ihm einzelne Arbeiter nicht, so kann es diese entlassen; es erhält dann andere. —

Meine Herren, ich habe Ihre Geduld schon zu lange in
Anspruch genommen und schließe deswegen. Vielleicht haben
Sie aus meinen herausgegriffenen Erlebnissen den Eindruck er-
ıalten, daß ein Besuch des neuen Weltteils in hohem Maße Ge-
egenheit bietet, Interessantes kennen zu lernen und den Gesichts-
reis zu erweitern, und vielleicht bekommt der eine oder andere
'on Ihnen Lust, auch eine solche Reise zu machen. Aber, meine
Herren, das kann ich gestehen, das Schönste von der Reise
var die Heimkehr; man fühlt sich nach einer solchen Reise
loppelt wohl im deutschen Vaterlande und findet, daß sich hier
loch am besten leben läßt. Darum kann ich vor allem den mit
len hiesigen Verhältnissen Unzufriedenen zu einer solchen Reise
aten. Als zufriedene Leute werden sie heimkehren, und das ist
ler schönste Gewinn.

Magnetischer Wind und Magnetokathodenstrahlen.

Von O. Lehmann.*

Über die Einwirkung des Magneten auf die Entladung fin[det] sich in dem vor 12 Jahren erschienenen großen Handbuch [der] Physik von Winkelmann Bd. 3 (1) S. 336 folgendes:

„a. Einwirkung auf das negative Licht. Plücker; aus sei[nen] Versuchen ist kaum etwas Präzisierbares zu entnehmen. Ü[ber] den Einfluß eines Magnets auf die Kathodenstrahlen siehe wei[ter] unten.[1]

b. Über den Einfluß von Magneten auf das positive Li[cht] haben gearbeitet: Plücker, Wüllner, Goldstein, E. Wied[e]mann, De la Rive, Hittorf. Auch hier ist es trotz der Sor[g]falt, welche diese Forscher auf die Untersuchung dieser mann[ig]faltigen und komplizierten Vorgänge verwandt haben, bisher ni[cht] möglich, sich ein abschließendes Urteil zu bilden." .

Meine eigenen bis dahin ausgeführten Untersuchunge[n], welche der Verfasser nicht erwähnt, erstreckten sich speziell a[uf] die Entladungen in weiten Gefäßen bei Anwendung von Elektrod[en]

---

* Erweiterter Bericht über den am 9. Dezember 1904 gehaltenen Vortr[ag].

[1] S. 384. Dort heißt es: „Ein genäherter Magnet biegt die Kathod[en]strahlen ungefähr so, als hätte man es mit einem vom Strom durchflosse[nen] elastischen Leiter zu tun, dessen eines Ende an der Kathode befesti[gt,] dessen anderes Ende frei beweglich ist. Man war deshalb früher allgem[ein] der Ansicht, daß die Kathodenstrahlen die Bahn des Stromes bezeichn[en.] Hertz (Wied. Ann. **19**, 798, 1883) hat diese Ansicht als irrig nachgewies[en,] indem er direkt auf sinnreiche Weise die Stromlinien bestimmt hat. Es zei[gt] sich, daß an einzelnen Stellen die Kathodenstrahlen fast senkrecht zu d[en] Stromlinien verlaufen. Einzelne Teile des Gasraumes sind lebhaft vom K[a]thodenlicht erhellt, obwohl in ihnen die Intensität der Strömung verschwinde[nd] klein ist. Aus alledem folgt, daß Stromlinien und Kathodenstrahlen nic[hts] mit einander zu tun haben."

[2] O. Lehmann, Wied. Ann. **22**, 323, 1884 und Molekularphysik, B[d.] II, 317, 1889.

it großer Oberfläche, Fälle, die von anderer Seite noch nicht ntersucht waren. Auch diese hatten aber nicht vermocht, Klarheit die Sache zu bringen. Die Fortsetzung derselben[1] ergab in erbindung mit der übrigen in dem letzten Dezennium erschienenen iteratur, daß man, wie im Folgenden näher dargelegt ist, vier rschiedene Wirkungen des Magnetismus auf den Entladungsrozeß unterscheiden muß: 1. Die Bildung des magnetischen Windes, . die Ablenkung der Kathodenstrahlen, 3. die Erzeugung von agnetokathodenstrahlen, 4. die Änderung des Entladungsgradienn, bzw. der Verzögerung (des „Vorprozesses").

I. Der magnetische Wind.

Bald nach Entdeckung der Einwirkung eines Magneten auf en stromdurchflossenen Leiter äußerte Arago die Vermutung, selbe müsse auch zu beobachten sein beim elektrischen Lichtgen, was Davy[2] bestätigt fand. e Fig. 1, 2 und 3, welche einem kannten Lehrbuch entnommen sind, llen diese Wirkungen dar.

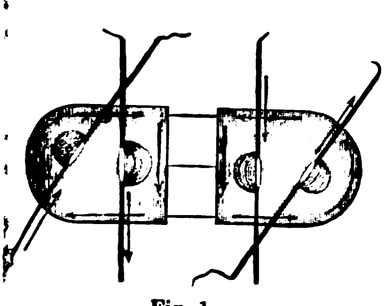


Fig. 1.

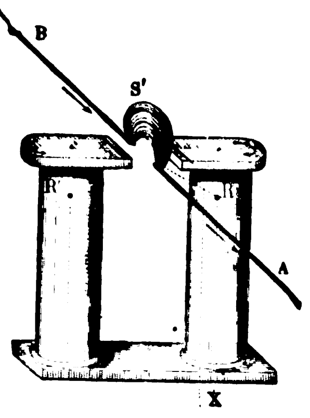


Fig. 2.

Der Beweis der Behauptung, die Wirkungen seien übereinimmend mit der elektrodynamischen Wirkung auf einen stromrchflossenen metallischen oder elektrolytischen Leiter (La-

[1] O. Lehmann, Zeitschr. phys. Chem. 18, 97, 1895; Wied. Ann. 56, 9, 1895; Zeitschr. f. Elektrochemie, 2, 472, 1896; Wied. Ann. 63, 299, 1897; e elektrischen Lichterscheinungen oder Entladungen, Halle, W. Knapp, 898 S. 361; Ann. d. Phys. 7, 10, 1902; Verh. d. Karlsr. nat. Vereins 15, , 1902, ibid. 17, 34, 1904; Boltzmann-Festschrift 1904, 292.

[2] Davy, Phil. Trans. 2, 427, 1821; Gilb. Ann. 71, 241, 1822.

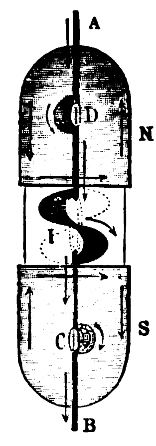


Fig. 3.

placesche Kraft, Gesetz von Biot-Savart) er-
fordert zunächst die elektrodynamische Kraft genau
zu präzisieren.

Wirkt ein Magnetpol auf den Pol eines andern
Magneten, welcher zur Messung der Kraftwirkung
auf eine Federwage gestellt sein mag, so findet
sich, wie Coulomb zuerst gefunden hat, daß di
Kraft proportional ist den beiden magnetische
Massen und umgekehrt proportional dem Quadra
ihrer Entfernung. Man nennt nach Clausius[1]
diejenige magnetische Masse (Polstärke) 1 Weber,[2]
welche eine ihr gleiche in 1 m Abstand beeinflu
mit der Kraft 1/g (= 1,1) Millionen Kilogram
Die Kraft zwischen *m'* und *m* Weber in *r* Mete
Abstand beträgt also nach dem Coulombschen Gesetz:

---

[1] Clausius, Wied. Ann. **16**, 545, 1882.

[2] Diese Clausiussche Einheit ist nicht allgemein angenommen worde
sie ist das Hundert-Millionenfache der gewöhnlich gebrauchten elektroma
netischen CGS-Einheit und für die Zwecke technischer Messungen viel zu gro
Man hat deshalb vorgeschlagen, den Namen Weber anderweitig in dem ma
netischen Maßsystem zu verwenden. Hierüber habe ich mich (Elektrotec
nische Zeitschrift **25**, 205, 1904) in folgender Weise geäußert: „Im Gegens
zu Herrn Bauch bin ich der Meinung, daß ein von so hervorragender Se
gemachter Vorschlag nicht ohne Angabe triftiger Gründe übergangen werd
darf. Der Vorteil der Vereinfachung der Formeln (z. B. für die induzier
elektromotorische Kraft) durch Verwendung der Clausiusschen Einheit i
jedenfalls, wenigstens für den Unterricht, ein so erheblicher, daß ich mi
bisher zu einer Änderung nicht entschließen konnte. Wo sie nicht pa
mag man das Centimikroweber, d. h. die gewöhnliche CGS-Einheit g
brauchen.

Man findet das Weber angewendet in nachstehenden Lehr- und Han
büchern: J. Fricks Physikalische Technik, 6. Aufl. Bd. 2, 1895 (7. Aufl.
Vorbereitung); O. Lehmann, Elektrizität und Licht, Braunschweig 18
J. Müllers Grundriß der Physik, 14. Aufl., Braunschweig, 1896; Meye
Konversationslexikon, 6. Aufl. 1903 (Artikel über elektrische Größen).

Dort kann man auch ersehen, welche Gestalt die Formeln annehme
wenn außer den praktischen elektrotechnischen Einheiten die von den Ma
schinentechnikern bevorzugten Einheiten Meter und Kilogramm (Schwer
benützt werden.

Über die Nachteile der Benutzung von zweierlei Maß (CGS-Einheiten
neben technischen Einheiten) im elementaren Unterricht habe ich mich in
der Abhandlung „Das absolute Maßsystem", Verh. des nat. Vereins Karlsruhe

$$K = \frac{10^7}{g} \cdot \frac{m' \cdot m}{r^2} \text{ Kilogramm}$$

worin g für Karlsruhe = 9,81 zu setzen ist.

Auch für Elektrizitätsmengen gilt das Coulombsche Gesetz. Würde man statt der Magnetstäbe beim vorigen Versuch am Ende geriebene Ebonitstäbe verwenden, deren einer auf einer Federwage teht, so wäre die Abstoßungskraft proportional ihrer Ladung und mgekehrt proportional dem Quadrate der Entfernung. 1 Coulomb wird eine elektrische Masse genannt, die eine ihr gleiche im Abtand 1 m mit der Kraft $^9/_g$ (= 0,92) Milliarden Kilogramm eeinflußt. Die Elektrizitätsmenge m' Coulomb wirkt auf die lenge m Coulomb in r Meter Abstand mit der Kraft $\frac{9 \cdot 10^9}{g} \cdot \frac{m' \cdot m}{r^2}$ ilogramm.

Auf einen Magnetpol wirkt eine elektrische Masse nicht ein, olange sie in Ruhe ist. Wird sie aber in Bewegung gesetzt, so itt eine höchst eigenartige Wirkung auf, die Laplacesche lektrodynamische Kraft, welche um so intensiver wird, je ascher sich die Elektrizitätsmenge bewegt.

Während die Kraft zwischen zwei magnetischen oder elektrichen Massen stets in der Richtung ihrer Verbindungslinie wirkt, eht hier die Richtung der Kraft, die natürlich in gleicher Stärke der entgegengesetzter Richtung sowohl auf die Elektrizitätsmenge wie auf den Magnetpol wirkt (Gleichheit von Wirkung nd Gegenwirkung), senkrecht zur Richtung der Verbindungslinie nd zur Richtung der Verschiebung. Verschiebt sich die Elekrizitätsmenge mit (oder in) dem Körper (Leiter), auf welchem e angehäuft ist, so bestimmt sich die Richtung der Kraft nach er sog. „Linke Hand-Dreifinger-Regel“.[1] In diesem Falle heißt ie Kraft elektrodynamische Kraft. Verschiebt sich der Leiter it der Elektrizitätsmenge senkrecht zu seiner Längsrichtung, o wird die Elektrizität in ihm durch die Kraft — in diesem Falle lektromotorische Kraft der Induktion genannt — entsprechend er „Rechte Hand-Dreifinger-Regel“ in ihm verschoben, es

d. 12, 1897 (im Auszug in „Zeitschr. f. physik. u. chem. Unterricht“, Bd. 0, S. 77, 1897) ausgesprochen. Clausius benutzte bei Definition des Weber atürlich die absolute Krafteinheit, nicht wie es oben im Anschluß an die raxis der Maschinentechniker geschehen ist, die Kilogrammschwere“.

[1] Daumen = Richtung der Verschiebung, Zeigefinger = Kraftlinienichtung nach dem Südpol, Mittelfinger = Strom positiver Elektrizität.

entsteht ein Induktionsstrom, oder, falls die Verschiebung durch Unterteilung unmöglich gemacht ist, eine induzierte elektromotorische Kraft oder Spannung. Die Größe der elektrodynamischen Kraft eines Magnetpols von 1 Weber Stärke auf eine Elektrizitätsmenge von 1 Coulomb in 1 m Abstand beträgt, falls letztere im Laufe einer Sekunde senkrecht zur Richtung der Verbindungslinie um ihre ganze Länge verschoben wird, $^2/_g$ (= 0,2[illegible] Kilogramm. Damit diese Kraft konstant wirkt, ist es nötig, die Elektrizität gleichförmig auf einer sehr langen Stange zu verteilen und diese mit solcher Geschwindigkeit in ihrer Richtung zu verschieben, daß pro Sekunde 1 Coulomb vor dem Magnetpol vorbeiströmt. Statt dessen kann sich die Elektrizität auch für sich allein in der ruhenden Stange, z. B. einem Leitungsdraht mit dieser Geschwindigkeit verschieben, d. h. man kann durch den Draht einen Strom von der Stärke 1 Ampere leiten.

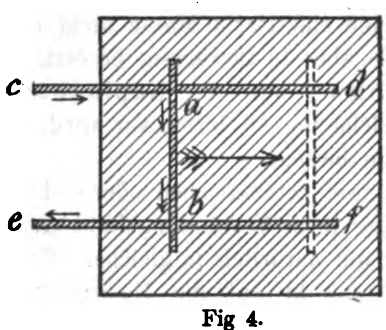


Fig 4.

Auf einen sehr langen ge[illegible] den Stromleiter, welcher sich i[illegible] Abstand r Meter von einem P[illegible] von m Weber befindet, wirkt, fa[illegible] er von einem Strom von i Amp[illegible] durchflossen wird, eine Kraft

$$K = \frac{2}{g} \cdot \frac{i \cdot m}{r} \text{ Kilogramm.}$$

Befinden sich über einem Pol von m Weber Stärke, in Fig. [illegible] durch das schraffierte Quadrat angedeutet, im Abstand r Me[illegible] zwei parallele Schienen im Abstand l Meter, auf welchen sich d[illegible] stromdurchflossene gerade Gleitstück ab verschieben kann, [illegible] wirkt auf dieses eine Kraft

$$K = \frac{1}{g} \cdot \frac{i \cdot m}{r^2} \cdot l \text{ Kilogramm.}$$

Diese Formel giebt auch die Kraft auf einen elektrisch[illegible] Lichtbogen, welcher zwischen den Punkten a und b übergeht.

Erzeugt man zwischen diesen Punkten eine Spannung[illegible] differenz, welche genügend ist, den Lichtbogen hervorzurufen, [illegible] wird zunächst in unmeßbar kurzer Zeit t ein Funke zwischen [illegible] und b auftreten und die Luft in dem Funkenkanal, deren Mas[illegible]

Hyl[1] sein möge, wird der Dreifingerregel entsprechend in der ichtung des Pfeils durch die Kraft K gestoßen, so daß sie eine eschwindigkeit v erhält, die sich bestimmt zu

$$v = \frac{K}{M} \cdot t \text{ Meter pro Sekunde,}$$

nn die Beschleunigung ist $^K/_M$ und Endgeschwindigkeit = Beschleunigung $\times$ Zeit.

Da alle Luftteilchen im Funkenkanal von dieser Stoßkraft getrieben werden, während die den Kanal umgebende träge ftmasse ihren Ruhezustand zu bewahren sucht, wird der Erfolg ächst eine Verdichtung der Luft sein auf der Seite, nach lcher die Spitze des Pfeils weist und Verdünnung auf der entgengesetzten Seite.

Würde die Entladung nun sofort wieder unterbrochen, so rde sich die erhitzte und ionisierte Luft des Funkenkanals dem rch den Stoß erhaltenen Antriebe folgend in der Richtung des ils weiterbewegen, was sich eventuell ttels des Töplerschen Schlierenappas nachweisen ließe.

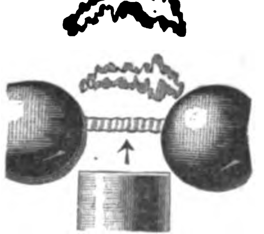


Fig. 5.

Beobachtet ist diese Erscheinung noch ht, indeß hat Töpler[2] das Fortschreiten Funkenkanals in mechanisch bewegter ft nach dieser Methode beobachtet. Bei einander folgenden Funken erschienen erhitzten Luftmassen der voranenden Funken, wie Fig. 5 zeigt, als bogenförmige Schlieren der Richtung des Luftstroms in die Höhe geschoben. Wurde Geschwindigkeit des Luftstroms genügend gemäßigt, so „konnte vorkommen, daß die aufwärts geblasene heiße Luft des voran-

[1] Da hier entsprechend dem Gebrauche der Maschinentechniker die logrammschwere als Krafteinheit gebraucht wurde, ist die Einheit der sse die Masse von g (= 9,81) Kilogramm, welche F. Emde (Elektrotechche Zeitschr. **25**, 441, 1904) Hyl nennt. Kilogrammschwere ist dieselbe afteinheit, die in den Lehrbüchern der Physik Kilogrammgewicht genannt rd. Ich gebrauche diesen Ausdruck nicht, weil das Wort Gewicht zweitig ist. Seit alter Zeit gebraucht man die Wage zur Bestimmung des wichts, d. h. zur Vergleichung der Masse eines Körpers mit der Masse n Gewichtstücken. (Vgl. auch Neesen, Ber. d. d. phys. Ges. 1903, 254 d Frick, Phys. Technik 7. Aufl. Bd. I (1) 734, 1904.)

[2] Töpler, Pogg. Ann. **134**, 204, 1868.

gehenden Funkens noch oberhalb zwischen den Elektroden sich befand und dem nächsten Funken als mehr oder minder gekrümmte Brücke diente".[1]

Auch schon der Auftrieb der erhitzten Luft bewirkt ähnliche Erscheinungen, wie ein hübscher von Fernet[2] angegebener Demonstrationsversuch beweist.

Man läßt Funken überspringen zwischen zwei nahezu vertikal stehenden Messingstäben, deren untere Enden einander bis zur Schlagweite genähert sind, während die oberen etwas größeren Abstand haben. Die Funken springen zuerst unten über, rücken dann immer höher, bis sie am oberen Ende erlöschen, um dann von neuem unten anzufangen. Bei horizontaler Lage der Stäbe tritt die Erscheinung nicht ein.[3]

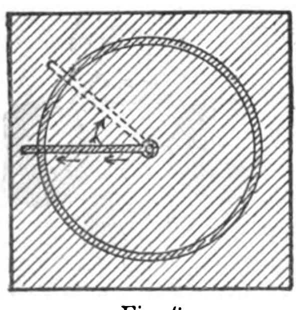


Fig. 6.

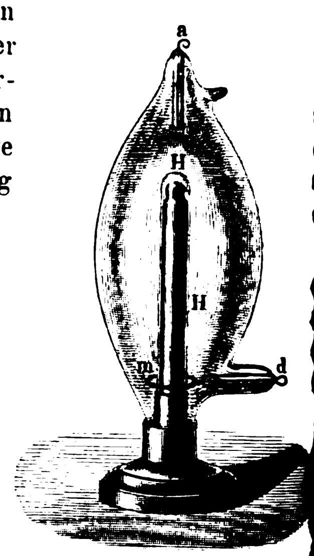


Fig. 7.

Benützt man an Stelle des sich parallel verschiebenden „Gleitstücks" ein solches, welches sich um einen Punkt dreht, eine „Speiche" Fig. 6, so bewirkt die elektrodynamische Kraft Rotation, welche z. B. bei Barlows Rad und den sog. Unipolarmaschinen Verwertung findet.

---

[1] In der erhitzten Luftmasse, die sich wie ein Leiter verhält, tritt anscheinlich Influenz ein, Scheidung der Elektrizitäten wie in elektrodenlosen Vakuumröhren, so daß nun von den Konduktoren Funken auf die Enden der erhitzten Luftmasse überspringen.

[2] Siehe Frick, Phys. Technik 6. Aufl. Bd. II, 543, 1895.

[3] Der Versuch hat zur Konstruktion der sog. Hörnerblitzableiter (vgl. Görges, Elektrotechn. Zeitschr. **18**, 214, 1897) geführt. Es kommen dabei

Daß auch der Lichtbogen in gleicher Weise rotieren kann, beobachteten zuerst Sturgeon und Walker.[1]

Bei einem gewöhnlichen Elektromotor verschieben sich einzelne Drahtteile parallel ihrer Richtung, andere rotieren. Ähnliche Wirkungen erzielte De la Rive[2] mit dem Apparat Fig. 7. Derselbe zeigt die Einwirkung eines Magnetpols auf die Entladung im elektrischen Ei bei mäßiger Luftverdünung. Die untere Elektrode *m* ist zu einem Ring gebogen, die andere *n* ist eine Spitze. Der zwischen beiden übergehende Lichtstreifen rotiert, sobald der in die Glasröhre *H* eingeschlossene Eisenstab *J* durch Aufsetzen auf einen Elektomagneten magnetisch gemacht wird.

„Häufig bleiben die einzelnen der Achse parallelen Linien der (rotierenden) Zylinderfläche nicht mehr senkrecht, sondern neigen sich, wie wenn sie an ihrer Basis einen gewissen Widerstand erführen. Die horizontale Streifung der Lichtstrahlen neigt sich gleichfalls, wie die Streifen selbst."

Andrews (1891) befestigte zwei konaxiale kreisförmige Kohlenplatten über dem Pole eines geraden röhrenförmigen Magneten und stellte zwischen denselben einen Lichtbogen her. Sobald der Magnet erregt wurde, rotierte der Lichtbogen längs den Kohlenplatten.

Bei einem zur Demonstration vor großer Zuhörerzahl bestimmten, von mir ausgeführten Versuche,[3] wurde der Lichtbogen bei hoher Spannung zwischen zwei konzentrischen kreisförmigen Metallschienen erzeugt, welche gleichfalls konzentrisch im Innenraum einer großen, von starkem Strom durchflossenen Drahtrolle befestigt waren. Je nach der Richtung des Stromes bewegte sich der Lichtbogen im einen oder andern Sinne den Schienen entlang.

Schon sehr schwache magnetische Kräfte, wie der Erdmagnetismus vermögen den Lichtbogen zu beeinflussen,[4] sehr starke vermögen ihn ebenso wie ein gewöhnlicher kräftiger Luftstrom (in

außer dem Auftrieb der Luft auch durch die Stromleiter ausgeübte elektrodynamische Kräfte in Betracht.

[1] Siehe Walker, Pogg. Ann. **54**, 514, 1841 und Daniell, Pogg. Ann. **60**, 386, 1843.

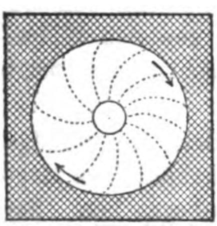
[2] De la Rive, Pogg. Ann. **104**, 132, 1858.

[3] O. Lehmann, Wied. Ann. **63**, 301, 1897.

[4] S. Casselmann, Pogg. Ann. **63**, 588, 1844.

Folge der starken Kühlung) auszublasen.[1] Quet[2] vermochte eine Art Spitzflamme[3], wie mittels eines Löthrohrs, durch die magnetische Ablenkung des Lichtbogens zu erzeugen, aus welcher wie aus einer gewöhnlichen Flamme Kohleteilchen in der Richtung der Spitzflamme heraussprühten („Magnetgebläse"). Da diese Teilchen bis zu gewissem Grade die Bewegung der Luft erkennen lassen, habe ich ihnen bei eigenen Versuchen[4] besondere Aufmerksamkeit zugewandt.

Wurde z. B. ein Lichtbogen von etwa 2000 Volt Spannung und 3 Ampere Strom zwischen einem Ring aus Kohle und einer in dessen Mitte befindlichen Kohlenspitze erzeugt, so rotierte der Lichtbogen in einem zur Ringebene senkrechten Magnetfeld mit solcher Schnelligkeit, daß die ganze Öffnun des Ringes von Lich erfüllt schien und nu im Drehspiegel die Rotation verfolgt werde konnte. Die von d Kohlenspitze ausspri henden Funken be



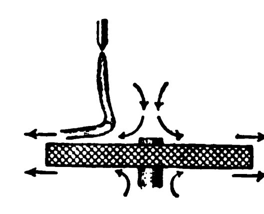



Fig. 8. Fig. 9.

wegten sich in spiralförmigen Bahnen (Fig. 8) woraus z schließen war, daß die ganze Luftmasse in rotierende Bewegun versetzt wurde, was sich auch leicht durch die Wirkung auf ei angenäherte Gasflamme (Fig. 9) beweisen ließ.[5]

Ersetzte man das konstante magnetische Feld durch ei Wechselfeld von 100 Polwechseln pro Sekunde, so zeigte sich i Drehspiegel, daß in jeder hundertstel Sekunde ein Wechsel d Rotation des Lichtbogens eintrat, so daß also im ersten Hundertst etwa 30 Rotationen im einen Sinne, im nächsten ebenso viele i entgegengesetzten Sinne, dann wieder 30 im ersten Sinn us erfolgten.

---

[1] Siehe A. de la Rive, Pogg. Ann. **76**, 280, 1847.

[2] Quet, Compt. rend. **34**, 805, 1852.

[3] Bekanntlich macht heute die Technik davon Gebrauch beim elektrischen Löthen, beim elektrischen Ofen zum Einleiten des Lichtbogens in de Ziegel, zum Funkenlöschen usw.

[4] O. Lehmann, Wied. Ann. **63**, 285, 1897.

[5] Vgl. auch Stanley, Beibl. **15**, 447, 1891.

Wurde ein elektrisches Ei mit einer spitzen Anode oben md einer plattenförmigen Kathode unten, nach Fig. 10, in ine große Drahtrolle von zirka 2000 Windungen gesetzt, durch relche man Ströme bis 30 Ampere durchleiten konnte, so nahm er Lichtstreifen die Form einer Spirale an, welche im Sinne des ezeichneten Pfeils rotierte.

Bei einem Ei mit zwei Spitzenelektroden aus Eisen (Fig. 1), welche mit Ruß bedeckt waren, gestaltete sich der Licht- treifen zu der in der Figur gezeichneten Spirale, wobei man n der Bewegung der ahllosen fortsprühenden isenfunken und aufge- irbelten Rußpartikelchen kennen konnte, daß eine ftige Luftbewegung vor- nden ist, insofern die aft an allen Stellen quer irch die Spirale von der neren Kante zur äußeren iist, wie die Pfeile an- iuten.[1]

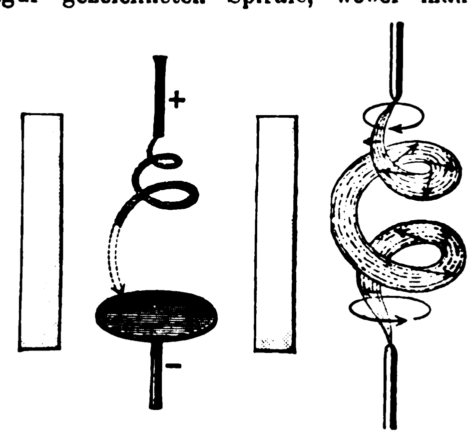
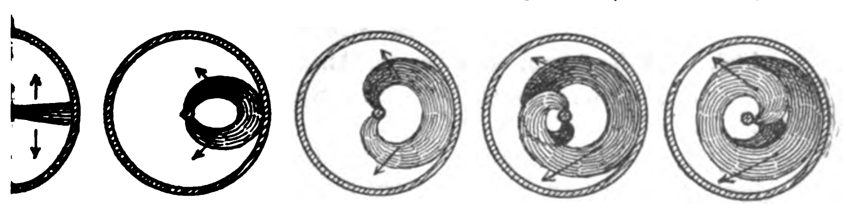


Fig. 10. Fig. 11.

Die Entstehung dieser Spirale ist durch die Figuren 11a ranschaulicht, welche das Ei von oben gesehen, darstellen,


Fig. 11a.

5 aufeinander folgenden Momenten, bis zur Ausbildung der orm Fig. 11. Die Pfeile deuten die Richtung des magnetischen 'indes an, welcher nur im ersten Momente der elektro-dynami-

[1] O. Lehmann, Elektrische Lichterscheinungen, Halle, 1898, S. 361; ektrizität und Licht, Braunschweig, 1895, S. 326; Zeitschr. f. phys. Chem. , 101, 1895.

schen Kraft entsprechend senkrecht zur Strombahn verlä
schließlich dagegen nahezu tangential, da die Gefäßwände
Luft nötigen, sich kreisend zu bewegen.[1]

II. Magnetische Ablenkung der Kathodenstrahlen.

Im vorigen wurde angenommen, die elektrodynamische Kı
welche den magnetischen Wind erzeugt, wirke auf die stromdu
flossene Luft in gleicher Weise wie auf einen stromdurchflosse
Leiter, d. h. die Kraft, welche eigentlich auf die strömende El
trizität ausgeübt wird, wirke in v
Stärke auch auf die Luft und er
dieser die ihrer Trägheit entsprech
Beschleunigung.

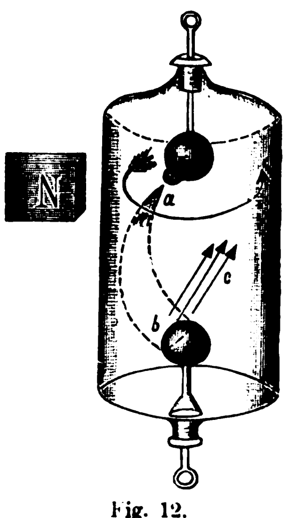


Fig. 12.

Diese Annahme ist keinesv
selbstverständlich, sondern bedarf e
Beweises, der bisher noch ausst
Man könnte etwa daran denken,
elektrodynamische Kraft durch mech
sche Kraft zu kompensieren, indem
die Luft entgegen der Richtung
magnetischen Windes durch irgend
Gebläse in immer stärkere Strömung
setzt,[2] bis sie der elektrodynamis
Kraft nicht mehr zu folgen vermag.
weist sich dann die mechanische K
gleich der letzteren, so wäre die Annahme bewiesen.

Eine andere Versuchsmethode wäre die, die Geschwindig

---

[1] Aus letzterem Grunde kann unter Umständen auch einfach bei s
licher Annäherung eines Magneten rotierende Bewegung entstehen
beobachtete solche bei einem großen elektrischen Ei, Fig. 12 (s. O. L. E
trische Lichterscheinungen S. 377), bei welchem die obere Elektrode neg
die untere positiv war. Bei Annäherung des Magneten N rotierte das
metenartige Lichtgebilde a an der Kathode nebst dem gewissermaßen d
unsichtbare Fäden mit ihm verbundenen rötlichen Glimmlicht b an der A
um die Verbindungslinie der Elektroden, mit um so größerer Geschwin
keit, je mehr N genähert wurde. Wurde N durch den entgegengeset
Pol ersetzt, so kehrte sich die Rotationsrichtung um.

[2] Natürlich ohne den Grad der Ionisierung, die chemische Beschaf
heit etc. zu stören.

es magnetischen Windes mittels des Anemometers zu messen nd daraus die Größe der Kraft zu berechnen.

Daß eine feste Verbindung zwischen der strömenden Elektrizität und dem Medium, in welchem sie strömt, nicht besteht, lgt schon daraus, daß, wenn etwa ein Strom durch eine größere ecksilbermasse durchgeleitet wird, von einem Punkt zu einem von entfernten andern, der Verlauf der Stromlinien in keiner eise geändert wird, wenn etwa das Quecksilber senkrecht zu rer Richtung in Strömung versetzt wird. Gleiches gilt beim rchleiten eines Stromes durch einen Elektrolyten, obschon hier

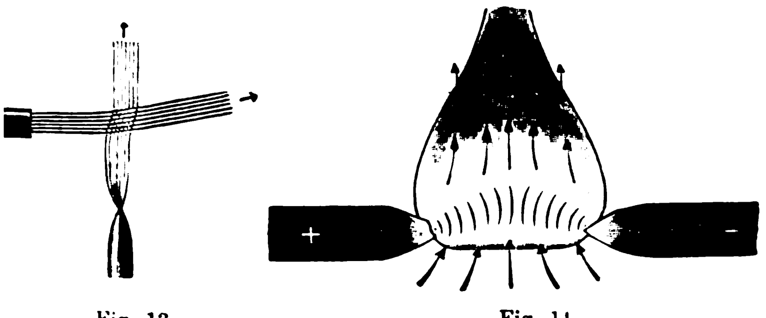


Fig. 13. Fig. 14.

terielle Teilchen, die Jonen, Träger des Stromes sind, während n in Metallen masselose Elektronen als die bewegten Teilchen sehen muß. Selbst die als elektrischer Wind bezeichnete römung in der Luft wird wenig gestört, wenn letztere senkcht zur Richtung des elektrischen Stromes mechanisch bewegt rd.[1] Wird z. B. quer durch den elektrischen Wind, welcher n einer Spitze ausgeht, Fig. 13, ein Luftstrom geblasen, so erdet der elektrische Strom nur eine geringe seitliche Verhiebung.

Auch durch den elektrischen Lichtbogen, sowohl in freier ıft wie im elektrischen Ei, strömt die Luft zuweilen mit beächtlicher Geschwindigkeit hindurch, ohne dadurch den Strom ehr zu stören, als durch die einseitige Abkühlung und das eraustreten erhitzter bezw. ionisierter Luft bedingt ist.[2]

Beispielsweise zeigt Fig. 14 die Strömungen der Luft durch inen horizontalen Lichtbogen, wie sie sich an mitbewegten

[1] Siehe O. L., Elektrische Lichterscheinungen, S. 101.
[2] Siehe O. L., Elektrische Lichterscheinungen, S. 286 u. ff

Staub- und Kohleteilchen leicht verfolgen läßt, Fig. 15 die Strömung bei einem Lichtbogen mit Aureole im elektrischen Ei. Jedes Luftteilchen wird leuchtend, sobald es in die Aureole eintritt, und wieder dunkel beim Austritt.

Daß die elektrodynamische Kraft den magnetischen Wind erzeugt, ist also keineswegs auf einen Zusammenhang zwischen Strom und Materie zurückzuführen, ob schon es manche Erscheinungen gibt, die scheinbar einen solchen Zusammenhang direkt beweisen.

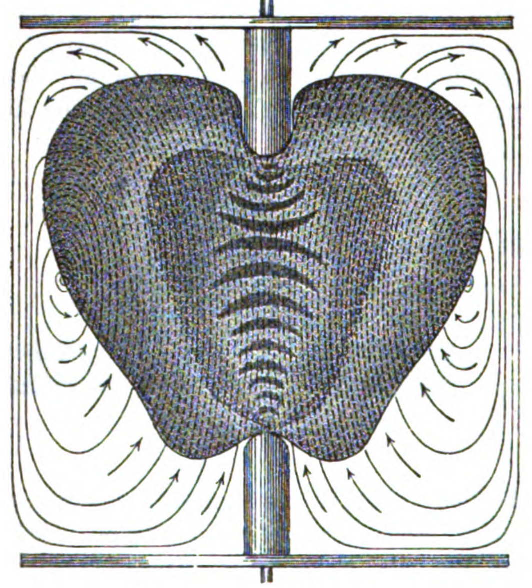


Fig. 15.

Beispielsweise erfolgt bei der Barlowschen Scheibe, Fig. 16, die Ablenkung des Stromes derart, als ob sich der Strom absolut nicht in der Kupferplatte verschieben könnte, sondern genötigt wäre, in radialen Kanälen von der Achse nach dem Quecksilber zu fließen, in welches die Platte eintaucht.

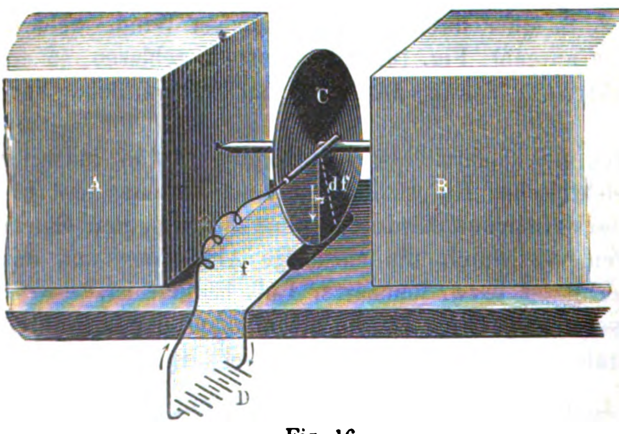


Fig 16.

Ein auf die Achse der Scheibe wirkendes Drehmoment ist

mstande, die Wirkung der elektrodynamischen Kraft in jeder Hinsicht vollkommen zu kompensieren.

Das Hallsche Phänomen, welches zu beobachten wäre, wenn lie Kupferplatte durch eine Wismutplatte ersetzt würde,[1] beweist iber, daß auch in diesem Fall die Elektrizitätsteilchen in der Metallmasse senkrecht zur Stromrichtung verschiebbar sind, denn ıur unter dieser Annahme läßt sich jene merkwürdige Erscheinung erstehen.

Man denkt sich den Strom zusammengesetzt aus zwei entgegengesetzten Strömen positiver und negativer Teilchen, die sich nit verschiedener Geschwindigkeit fortbewegen,[2] also auch verchieden starke elektrodynamische Einwirkungen seitens des Magnetfeldes erfahren und, da sie sich in dem metallischen Leiter erschieben können, ohne diesen mitzunehmen, soweit getrennt verden, bis die durch ihre Trennung hervorgerufene elektrische Kraft die weitere Trennung hindert.

Hatten wir oben angenommen, die Entladung trete gleicheitig auf allen Punkten ihrer Bahn ein, so nötigen diese Ercheinungen zuzugeben, daß, ähnlich wie dies aus andern Gründen ei Elektrolyten angenommen werden muß, auch in Metallen die Stromleitung den bewegten Elektrizitätsmengen zugesprochen verden muß, und manche Erscheinungen lassen mit Sicherheit rkennen, daß dies auch bei Gasen der Fall ist.

Im Prinzip müßte also bei der Erklärung der magnetischen Ablenkung und Rotation des Lichtbogens zunächst die Verschieung des Stromes in der ruhenden Gasmasse in Betracht geogen werden, welche für den positiven und negativen Strom erschieden ist und elektrostatische Kräfte weckt, die bewirken, laß beide Elektrizitäten gewissermaßen wie durch Spiralfedern erbunden zusammenhängen und ihr Druck auf die Luftmasse

---

[1] Ganz fehlt es übrigens auch bei Kupfer nicht. Der „Rotationscoeffizient" (s. Riecke, Lehrbuch d Physik, 2. Aufl. Leipzig, 1902 Bd. 2, S. 272) beträgt für Kupfer 0,00052, für Wismut —8,6 bis —10,1 (stark variabel mit Reinheit u. Feldstärke).

[2] In regulär krystallisiertem Jodsilber würde sich überhaupt nur eine Elektrizität bewegen (s. O. Lehmann, Flüssige Krystalle Leipzig, W. Engelmann, 1904, S. 260 u. ff.), man könnte also hier besonders auffällige Erscheinungen erwarten; nach Heilbrun (Ann d. Phys. **15**, 988, 1904) ist aber in Elektrolyten kein Hall-Effekt zu beobachten

der gesamten elektrodynamischen Kraft gleichkommt, obschon wahrscheinlich nur die positiven Teilchen mit wägbarer Masse verbunden sind und deshalb allein Stoßwirkungen auf die Luft ausüben können, da bei der geringen Geschwindigkeit des magnetischen Windes die Stoßwirkung der masselosen negativen Teilchen, welche durch ihre scheinbare Masse (Selbstinduktion) bedingt ist, verschwindend klein sein muß.[1]

Bei einem Barlowschen Rad aus regulärem Jodsilber, bei welchem überhaupt nur die positiven Jonen Geschwindigkeit haben, also eine elektrodynamische Kraft erfahren, wird aus diesem Grunde nichtsdestoweniger die Zugkraft dieselbe sein, wie bei einem gleichen Unipolarelektromotor mit Kupferscheibe.

Verdünnt man die Luft immer mehr, so dehnt sich die Aureole immer weiter aus, ebenso die aus negativem und positivem

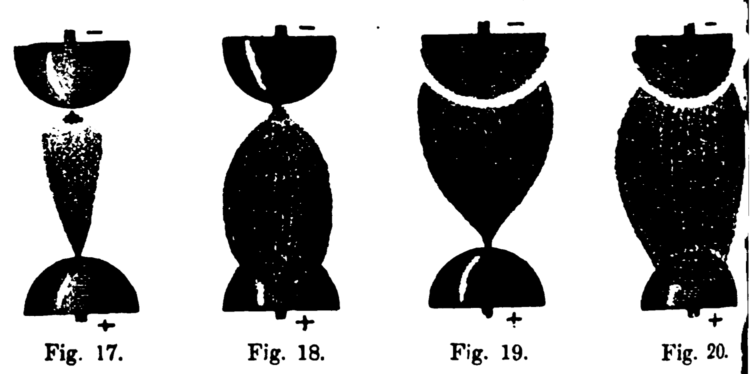


Fig. 17. Fig. 18. Fig. 19. Fig. 20.

Büschel bestehende, die hellen Punkte auf den Elektroden verbindende Lichtsäule, gleichzeitig wird die Lichtstärke immer geringer, ebenso wie auch die Stromstärke, die Aureole verschwindet nach und nach ganz, Fig. 17, und plötzlich verbreitern sich die hellen Flecke an Kathode und Anode zum negativen und positiven Glimmlicht, entweder nur der eine oder andere, Fig. 18 und 19, oder beide zugleich, Fig. 20. Letzteres ist die normale Entladungsform im elektrischen Ei und in Geißlerschen

[1] Das Prinzip der „Erhaltung des Schwerpunkts“, eine Folge des Prinzips der „Gleichheit von Wirkung und Gegenwirkung“, gilt für die elektrostatischen Kräfte zwischen negativen und positiven Teilchen nicht, wenn erstere keine wägbare Masse haben. Über die Mechanik der Elektronen siehe Abraham und Föppl, Theorie der Elektrizität, Leipzig, Teubner 1905.

ihren. Bei fortgesetzter Verdünnung verschwinden auch r negative und positive Büschel, das negative Glimmlicht winnt bedeutend an Dicke, insbesondere auch der dunkle thodenraum und der der Kathode unmittelbar anliegende gelbe um (Fig. 21). Bei einem elektrischen Ei von 65 cm Länge d 32 cm lichter Weite mit kugelförmigen Aluminiumelektroden n 7 cm Durchmesser beobachtete ich bei steigender Verdünng die Erscheinungen Fig. 22 (Anode nur mit dünner Lichtıt bedeckt, Kathodendunkelraum von ca. 30 cm Durchmesser),

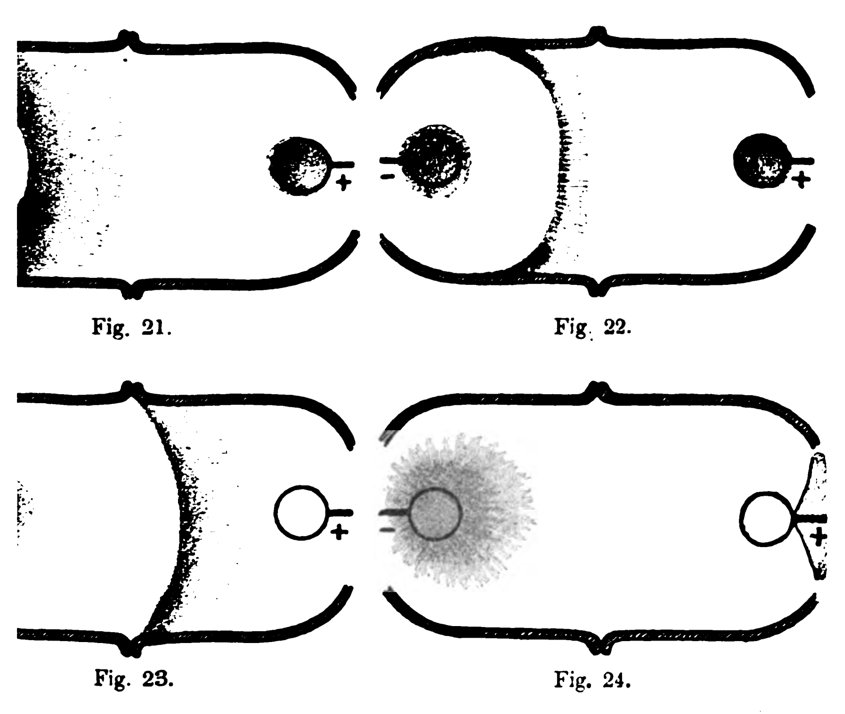


Fig. 21. Fig. 22.

Fig. 23. Fig. 24.

g. 23 (positives Glimmlicht verschwunden, Dicke des Dunkelumes ca. 50 cm) und Fig. 24 (Anode im Kathodendunkelraum, gatives Glimmlicht hinter der Anode.[1]

Während zur Unterhaltung der Entladung Fig. 21 (Druck 0048 mm) bei 0,1 Milliamp. Stromstärke eine Spannung von 80 Volt ausreichte, mußte bei dem höchsten erreichbaren Vakuum,

[1] Eine von mir in Farben ausgeführte Figur siehe Meyers Konverationslexikon 1903 Bd. 5, Artikel elektrische Entladungen, Fig. 5.

Fig. 24, eine Spannung aufgewendet werden, die an einer Parall
funkenstrecke 16 cm lange Funken erzeugte. Die Stromstär
war nichtsdestoweniger minimal, dagegen zeigten die Glasw
dungen des Gefäßes lebhafte grüne Fluoreszenz und Nachleucht
nach Öffnung des Stromes.

Man kann also sagen, daß bei so hoher Verdünnung
noch das negative Glimmlicht übrig bleibt, dessen Verlauf a
durchaus nicht dem der Stromlinien entspricht, welchen etwa
aus der einen Elektrode aus- und in die andere eintreten
Fluidum folgen würde, wie auch bereits Plücker[1] bei den n
malen Entladungen im elektrischen Ei gefunden hat. Er sa

„Je mehr meine Beobachtungen sich vervielfältigen, de
mehr scheint mir das negative Licht ein selbständiges, das z
eigentlichen elektrischen Strome und seinem Lichte keine eige
lichen Beziehungen hat. Es unterscheidet sich vom positi
Lichte wahrscheinlich dadurch, daß es in sich zurückkehre
Ströme bildet und nicht das Gas, sondern andere pondera
Materien zu Trägern hat."

Das positive Licht dagegen sollte sich nach Plückers
sicht wie ein biegsamer Leiter verhalten.

Anderer Ansicht ist Hittorf, welcher Plückers Unt
suchungen fortsetzte. Er äußert sich[2]:

„Das Laplacesche Gesetz, welches alle Ströme beherrs
ist für das positive wie negative Licht in gleicher Weise gül
So lange der Magnet schwach bleibt, erscheinen auch die
wegungen, welche beide in der zylindrischen Röhre ausführ
fast gleich; sie werden aber um so verschiedener, je stärker
Magnetismus auftritt. Der Glimmstrahl verhält sich nä
lich wie ein unendlich dünner, gradliniger, gewicl
loser, steifer Stromfaden, der bloß an dem End
welches den negativen Querschnitt berührt, fest blei
Mit seinem andern Ende und der ganzen biegsamen Länge fo
er den Kräften, welche zwischen seinen Teilchen und dem Magn
bestehen, ohne Rücksicht darauf, welche Lage er in bezug auf
Anode gewinnt, ob er sich von derselben entfernt, oder
nähert. Das positive Licht unterhält die Verbindu

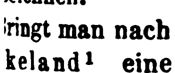
[1] Plücker, Pogg. Ann. **104**, 629, 1858 und **107**, 88 u. 111, 1859.
[2] Hittorf, Pogg. Ann. **136**, 215, 1869.

rischen den Glimmstrahlen in der jedesmaligen Lage, e sie einnehmen, und der Anode und ist für diese Rolle rch den geringen Widerstand, den es in den stark verdünnten dien besitzt, geeignet. Es erscheint daher als ein auf r ganzen Länge biegsamer Stromleiter, dessen Enden ide fest sind, und kann nur soweit den magnetischen Kräften gen, als es diese Bedingung gestattet."

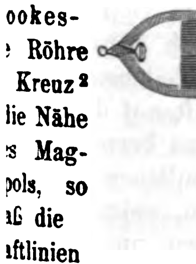
Crookes hat die in den Figuren 25 und 26 dargestellten nonstrationsapparate für magnetische Ablenkung der Kathoden-ahlen konstru-, bei welchen die ahlen ihren Weg einen phospho-ierenden Schirm eichnen.



Fig. 25.



Bringt man nach keland[1] eine



ookes- Röhre Kreuz[2] lie Nähe s Mag-pols, so aß die aftlinien ler Rich-

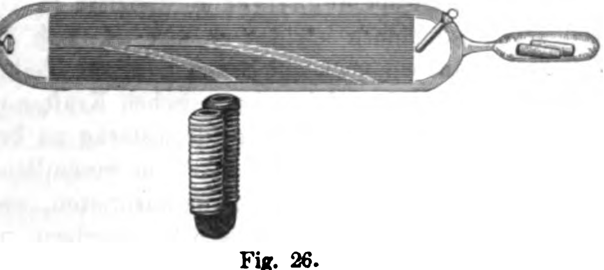


Fig. 26.

g der Achse hindurchgehen, so vermindert der Schatten des uzes seine Größe und erscheint für ein den Kraftlinien ent-g blickendes Auge im Sinne des Uhrzeigers gedreht.

Daß bei der Ablenkung der Kathodenstrahlen das Gas in ne bleibt, beweisen Versuche von Goldstein[3], Hertz[4] und Braun.[5] Letzterer fand namentlich, daß auch sehr rasch chselnde Magnetfelder entsprechende Wirkung hervorbringen,

---

[1] Birkeland, Beibl. **20**, 802, 1896.

[2] Siehe Frick, Phys. Technik, Bd. II, S. 629, Fig. 688.

[3] Goldstein, Wied. Ann. **12**, 262, 1881.

[4] Hertz, Wied. Ann. **19**, 806, 1883.

[5] F. Braun, Wied. Ann. **60**, 552, 1897.

während ein Wechselstromelektromagnet bei genügend hoher Frequenz den Lichtbogen nicht mehr zu beeinflussen vermag.[1]

Wäre wie in diesem letzteren Fall der magnetische Wind die Ursache der Ablenkung der Kathodenstrahlen, so müßte sich, wie er mit Recht bemerkt, ein Einfluß der Trägheit der bewegten Luft beobachten lassen. Dies ist aber nicht der Fall. „Wenigstens", sagt er, „ist bis zum Beweis des Gegenteils, welches aufzuweisen sehr interessant wäre, anzunehmen, daß letztere höchstens sich in Zeiträumen geltend machen könne, die sich bemessen aus Lichtgeschwindigkeit und linearen Dimensionen des Rohres. . . . Eine Trägheit des Kathodenstrahls ist mir nicht aufgefallen, jedenfalls folgt er den Schwingungen der Entladung einer einzigen Leydener Flasche".[2]

Der wesentliche Unterschied der magnetischen Ablenkung der Kathodenstrahlen von dem Hall-Phänomen besteht also darin, daß keine Stoßwirkung auf das Gas ausgeübt wird, welche die Erscheinung des magnetischen Windes veranlassen würde und daß nur der Strom negativer Elektrizität in Betracht kommt, von dem anzunehmen ist, daß er den ganzen Strom darstellt, daß nicht daneben noch ein Strom positiver Teilchen besteht, daß die Größe der elektrodynamischen Kraft auf die negativen Teilchen allein aus der totalen Stromstärke zu berechnen ist.

Daß sich die Kathodenstrahlen im wesentlichen unabhängig von der Lage der Anode geradlinig ausbreiten, weist darauf hin, daß es sich nicht um kontinuierliche, sondern um (mindestens molekular) intermittierende Ströme handelt; denn bei kontinuierlichen Strömen im Sinne der Hydrodynamik, selbst bei „Strahlbildung", ist die Durchkreuzung der Stromlinien, wie sie die geradlinige Ausbreitung der Kathodenstrahlen bedingt, unmöglich.

Früher dachte man sich das Wesen des Entladungsprozesses in dem Austritt von Elektrizitätsteilchen (Fortschleuderung von Elektronen) aus den Elektroden. Diese Annahme wurde widerlegt[3] durch die Entdeckung der Entladungen in elektroden-

[1] Vgl. oben S. 11 letzter Absatz.

[2] Siehe auch Wiechert Beibl. **21**, 443, 1897.

[3] Unter Umständen können allerdings auch aus den Elektroden austretende Jonen den Entladungsvorgang beeinflussen. So beobachtete ich, daß auf einer teilweise mit Oxyd bedeckten, als Kathode dienenden blanken Natrium- oder Kaliumfläche immer nur das Oxyd mit blauem Glimmlicht

losen Röhren. Ein solches Rohr — im einfachen Fall eine evakuierte Glaskugel — leuchtet auf, sobald sie, wie Fig. 27 zeigt, einem isolierten elektrisierten Konduktor auf isolierendem Stativ genähert oder von diesem entfernt wird, oder wenn der Konduktor elektrisiert oder wieder unelektrisch gemacht wird, und zwar schon in beträchtlichem Abstand. Schon Annäherung oder Entfernung einer geriebenen Siegellackstange vermag die Entladung in einem elektrodenlosen Vacuumrohr hervorzurufen und irgend welcher Ausfluß von Elektrizität tritt dabei ebensowenig ein, wie wenn die Siegellackstange influenzierend auf eine isolierte Metallkugel einwirkt.

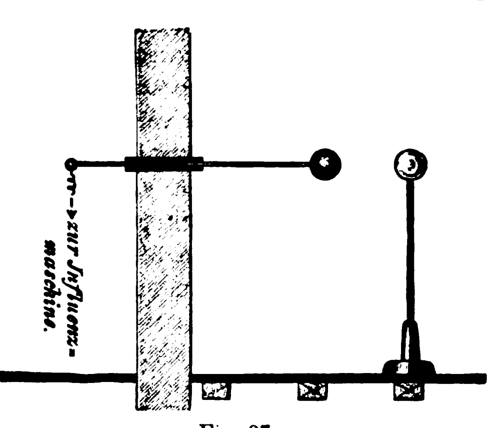


Fig. 27.

Es handelt sich also bei dem Entladungsprozeß um eine Fernewirkung oder richtiger Influenzwirkung der auf den Elektroden angesammelten Elektrizität auf in dem Gase befindliche Elektrizitätsteilchen oder Elektronen.

Nach der Newtonschen Auffassung der Fernewirkungen würde von einem Elektrizitäts- bzw. Magnetpol eine Kraft nach allen Richtungen des Raumes bis ins Unendliche ausstrahlen. Trifft ein solcher Strahl einen andern Pol, von welchem ebenfalls nach allen Richtungen solche Strahlen ausgehen, so folgt dieser der Kraftwirkung und merkwürdigerweise ist die auf ihn ausgeübte Kraft ebenso groß, wie die Kraft, mit welcher

---

edeckt war, d. h. Kathodenstrahlen aussandte, während das Metall dunkel blieb. (Siehe O. Lehmann, Elektrische Lichterscheinungen oder Entladungen 1898, S. 176.) Ähnliches hat neuerdings Wehnelt bei Oxyden der alkalischen Erden konstatiert. Auch bei Glycerin-Kathoden fand ich einen Einfluß zugesetzter Salze, wie am gleichen Orte (S. 162) beschrieben und durch Austritt von Jonen erklärt ist. Würde man also die Glaskugel Fig. 27 innen mit geschmolzenem Ätznatron oder salzhaltigem Glycerin überziehen, so würde man voraussichtlich Entladung bei wesentlich niedrigerer Spannung erhalten, als wenn die Glasflächen rein sind.

er selbst den ersten Pol beeinflußt, obschon er doch ga
unabhängig von diesem seine Kraft ausstrahlen läßt.

Wir wissen heute, daß diese Fernewirkungstheorie unricht ist. Wenn z. B. zwei gleiche und entgegengesetzte elektrisc Massen sich dicht neben einander befinden, so wirken sie nic auf eine dritte in größerer Entfernung befindliche. Werden s nun aber auseinander gezogen, so tritt eine solche Wirkung ei insofern sich die dritte Masse der einen zu nähern, von der ande zu entfernen suchen muß, scheinbar in Übereinstimmung mit d Fernewirkungstheorie. Wäre diese aber richtig, so müßte die dur das Parallelogrammgesetz besimmte Kraftwirkung moment eintreten, da ja die Kraftstrahlen der beiden Massen am Or der dritten Masse bereits vorhanden sind.

Die Erfahrung hat gezeigt, daß dies nicht der Fall ist, d vielmehr eine gewisse Zeit verfließt, bis sich die Kraftwirku auf den dritten Körper geltend macht, soviel, als ob sie sich m einer Geschwindigkeit von 300 Millionen Meter pro Sekunde v den beiden Massen ausbreiten würde.

Die hypothetische Newtonsche Kraftstrahlung einer elekt schen Masse kann also nicht im ganzen Raum vorhanden se und da ebenso auch die magnetische (elektrodynamische) Wirku auf einen entfernten Magnetpol, die bei dem Auseinanderweich der beiden Massen eintritt, sich nicht sofort geltend macht, so dern erst nach Ablauf derselben Zeit, wie sich aus der Au breitungsgeschwindigkeit von 300 Millionen m/sec ergibt, so g gleiches auch für die magnetische Wirkung.

Da das Prinzip der Gleichheit von Wirkung und Geg wirkung erfordert, daß der elektrische Massenpunkt mit derselb Kraft beeinflußt wird, die auch auf den Magnetpol einwirkt, lie während der Ausbreitung der Kraft der merkwürdige F vor, daß die „Gegenwirkung" bereits beginnt, während die „Wi kung" erst nach Ablauf der Ausbreitungszeit eintritt, und d diese plötzlich auftritt, während die Gegenwirkung allmählich b zu ihrem vollen Werte angewachsen ist, nicht erst ebenso plöt lich entsteht in dem Moment, wenn die sich ausbreitende Kra den Magnetpol erreicht.

Hierzu kommt eine weitere bereits von Faraday als Ei wand geltend gemachte Tatsache, daß nämlich nicht, wie die Fern wirkungstheorie annimmt, eine einzelne elektrische ode

magnetische Masse auftreten kann. Wie man auch Elektrizität erzeugen mag, stets entstehen zwei gleiche entgegengesetzte Mengen und gleiches gilt für den Magnetismus. Es gilt aber auch für jede mechanische Kraft. Jede wahre Kraft hat zwei Angriffspunkte[1], im Gegensatz zu den Trägheitswiderständen z. B. Zentrifugalkraft, welchen nur ein Angriffspunkt zukommt. Ein Muskel besitzt zwei Enden und bringt diese einander näher, indem er sich zusammenzieht. Soll eine Kraftwirkung für uns begreiflich sein, d. h. sollen wir uns dieselbe in Gedanken als Wirkung unserer eigenen Muskelkraft vorstellen können, so müssen notwendig zwei Angriffspunkte denkbar sein. Schon Archimedes versprach, die ganze Welt durch die Muskelkraft seines Armes aus den Angeln zu heben, falls ihm ein zweiter Angriffspunkt gegeben würde. Diese absolute Notwendigkeit kommt in der Newtonschen Auffassung der Kraftstrahlung von einem Zentrum aus nicht zum Ausdruck, und mit Recht hat sie deshalb Faraday ersetzt durch seine Theorie der Kraftlinien.

Elektrische, magnetische und elektrodynamische Kräfte sind nach dieser Theorie die Wirkung einer Art Muskulatur des Äthers. Die Enden der elektrischen Muskeln oder Kraftfäden sind die untrennbar zusammengehörigen elektrischen Massen, die Enden der magnetischen die zusammengehörigen entgegengesetzten Magnetpole. Kommen diese entgegengesetzten Massen zusammen, so kontrahiert sich im allgemeinen auch das ganze Muskelsystem auf einen Punkt, doch treten, speziell bei rasch wechselnden elektrodynamischen Wirkungen (elektrischen Wellen), auch ringförmig in sich zurücklaufende Kraftfäden auf.

Trennen sich zwei ursprünglich verbundene gleiche und entgegengesetzte elektrische Massen, d. h. „erzeugt man Elektrizität“ — die Elektrizität ist in Wirklichkeit nicht erschaffbar und nicht zerstörbar —, so tritt gleichzeitig ein elektrisches Muskelsystem auf, die beiden Pole verbindend, und ein magnetisches, deren Achse ringförmig umgebend. Beide Systeme sind in eine Kugel eingeschlossen, deren Radius sich mit der Geschwindigkeit von 300 Millionen Meter per Sekunde vergrößert. Ähnlich wie Mus-

[1] Siehe O. Lehmann, Flüssige Krystalle, Leipzig, W. Engelmann, 1904, S. 145, und Fricks Phys. Technik, 7. Aufl. (von O. L.), Braunschweig, Vieweg & Sohn, 1905, Bd. I (2), 665.

keln haben die Kraftfäden das Bestreben, sich und die wägbaren Massenteilchen, an welche sie angeheftet sind, zusammenzuziehen und gleichzeitig in der Querrichtung sich auszudehnen, gewissermaßen einander wegzudrücken.[1]

Man nennt dieses sich mit so ungeheuer großer Geschwindigkeit ausbreitende doppelte Muskelsystem das „elektrische" bzw. „magnetische" oder kurz das „elektromagnetische Feld". Trifft dasselbe auf einen elektrischen bzw. magnetischen Punkt von m Coulomb bzw. Weber, so ist der Teil der Kraftwirkung, welcher der einen der beiden entgegengesetzten Massen von m' Coulomb bzw. Weber im Abstand r Meter entspricht, dem Coulombschen Gesetze gemäß $a \cdot \frac{m'}{r^2} \cdot m$ Kilogramm, worin $a = 10^7/_g$ bzw. $9 . 10^9/_g$ bedeutet. Die Kraft, welche auf die Masse $m = {}^1/a$ ausgeübt wird, $H = \frac{m'}{r^2}$, bezeichnet man als „Feldintensität".

Während die Form der Muskeln sich durch die nach dem Kräfteparallelogramm zu berechnende Form der Kraftlinien[2] bestimmt, denkt man sich ihren Querschnitt so gewählt, daß die Zahl der an einer Stelle eine Fläche senkrecht durchdringenden Muskeln pro Quadratmeter gleich der Feldintensität ist, was zutrifft, wenn von jedem Coulomb bzw. Weber 4π Kraftfäden ausgehen.

Im allgemeinen sind die Kraftfäden ebenso unzerstörbar und unerschaffbar wie die elektrischen oder magnetischen Pole, als

[1] Dieser Druck ist z. B. die Ursache, daß elektromagnetische Wellen wie die Lichtstrahlen einen absorbierenden Körper, auf welchen sie auftreffen, drücken mit einer Kraft, die pro Flächeneinheit der Energiemenge der Strahlung in der Raumeinheit gleichkommt. Durch solchen Strahlungsdruck, welcher bei sehr kleinen Partikelchen die Gravitation überwiegt, erklärt sich die Abstoßung der Kometenschweife durch die Sonne. Auch hier ist die Gegenwirkung auf den strahlenden Körper früher vorhanden, als der Druck der Strahlung auf den absorbierenden. Im Falle der allseitigen Strahlung wie bei der Sonne heben sich alle Gegenwirkungen gegenseitig auf, d. h. die Sonne wird wohl komprimiert, erleidet aber keinen der Abstoßung der Kometenschweife entsprechenden Gegendruck, ähnlich wie eine platzende Bombe keinen Gegendruck erfährt, wenn ein Sprengstück einen Körper trifft, in welchem es stecken bleibt.

[2] Siehe die Tafeln in O. Lehmann, Elektrizität und Licht, Braunschweig, Vieweg & Sohn, 1895.

Fig. 28.

Fig. 29.

welche ihre Enden erscheinen. Sie können aber, insoweit di
durch stetige Änderungen der Form möglich ist, die Ende
von welchen sie ausgehen, vertauschen.

Beispielsweise sind bei den vier Massen von Fig. 28 in d
Mitte nur wenig Kraftfäden, dagegen nach der Verschiebu
entsprechend Fig. 29 viele, obschon die Gesamtzahl für je
Masse entsprechend der konstanten Ladung dieselbe geblieben i

Zur Deformation der Kraftfäden ist Arbeit nötig. Beispiel
weise beträgt die Arbeit, die aufgewendet werden muß, 1 Coulom
positiver Elektrizität einem zweiten aus sehr großer Entfernu
bis auf 1 Meter Abstand zu nähern $^9/_g$ Milliarden Kilogramm
meter. Die abstoßende Kraft hindert die Annäherung wie et
eine entgegenwirkende Feder und man spricht deshalb von d
Spannung im Abstande 1 Meter von dem festen Coulomb, u
sagt, sie sei 9 Milliarden Volt, da man sie 1 Volt nennt, falls d
Annäherung auf solchen Abstand geschieht, daß die Arbeit gera
$^1/_g$ Kilogrammeter (= 1 Joule) ist. Werden m Coulomb
Coulomb auf den Abstand r Meter genähert, so ist die Arb
$\frac{9 \cdot 10^9}{g} \cdot \frac{m'}{r} \cdot m$ Kilogrammeter und die Spannung $E = 9 \cdot 10^9 \cdot$
Volt.

Die Masse m besitzt infolge der Spannung potentielle Energi
die eventuell wieder in Arbeit zurückverwandelt werden könnt
nämlich den Betrag $^1/_g \cdot E \cdot m$ Kilogrammeter. Die Fläche
an deren Punkten überall die potentielle Energie denselben We
hat, die „Äquipotentialflächen“, stehen senkrecht zu de
Kraftlinien.

Bezeichnet l die Länge der Kraftlinie zwischen zwei solche
Flächen, deren Spannungsunterschied E Volt ist, so muß ma
um m um l zu verschieben, die Arbeit $^1/_g \cdot E \cdot m$ Kilogrammete
aufwenden, oder, da die Kraft $\frac{9 \cdot 10^9}{g} \cdot \frac{m'}{r^2} \cdot m$ beträgt, eine Arbei
welche das l-fache dieses Ausdrucks ist. Hiernach ist $E =$
$9 \cdot 10^9 \cdot \frac{m'}{r^2} \cdot l = 9 \cdot 10^9 \cdot H \cdot l$ oder die Feldstärke $H =$
$\frac{E}{9 \cdot 10^9 \cdot l}$ Kilogramm pro $g/_9$ Millimikrocoulomb. Die auf 1 Coulom
wirkende Kraft ist also $\frac{E}{g \cdot l}$ Kilogramm.

Denkt man sich auf irgend eine Weise, z. B. durch Aus
einanderziehen zweier ursprünglich beieinanderliegender entgegen

gesetzter Konduktoren, ein Feld erregt, so wird dieses, wie dargelegt, mit Lichtgeschwindigkeit im Raume forteilen. Trifft es auf einen isolierten Leiter, so werden die in diesem vorhandenen entgegengesetzt elektrischen Partikelchen geschieden, so lange bis die Spannung auf dem ganzen Leiter dieselbe geworden ist, da dann das E der obigen Formel, somit die treibende Kraft gleich Null ist. In einem Elektrolyten wird unter gleichen Umständen eine Verschiebung der Jonen eintreten, speziell in regulär krystallisiertem Jodsilber werden die positiven Jonen wandern, während die negativen an ihrem Orte bleiben. In einer hochevakuierten Glaskugel scheint gerade das Umgekehrte der Fall zu sein, insofern die Kathodenstrahlen Ströme negativer Elektrizität darstellen, während von einer entgegengesetzten Strömung positiver Teilchen nichts wahrzunehmen ist.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen Influenz durch Elektrolyse und solcher durch Entladung ist ferner der, daß erstere schon bei der geringsten Größe der elektrischen Kraft, d. h. nach obiger Formel bei der geringsten Spannungsdifferenz pro Längeneinheit (Spannungsgefälle) eintritt, Entladung dagegen erst, wenn das Potentialgefälle einen bestimmten Wert, den man als Entladungsgradienten bezeichnet, übersteigt.

Versuche diesen Entladungsgradienten durch allmähliches Annähern einer evakuierten Kugel an einen geladenen Konduktor oder allmähliche Erhöhung der Spannung desselben zu bestimmen [1] haben zu keinem klaren Ergebnisse geführt, [2] da durch Influenz in der mehr oder minder leitenden Glashülle bzw. der auf dieser absorbierten Wasserhaut eine derartige Schirmwirkung hervorgebracht wird, dass die Spannung im Innern der Kugel ähnlich wie in einer Metallkugel in kurzer Zeit konstant wird, die Kräfte, welche eine Scheidung der Elektrizitäten im Gase bewirken können, somit fortfallen. Vermeiden läßt sich dies bis zu gewissem Grade durch rasche Änderung der Spannung oder rasche Bewegung der Vakuumkugel, insbesondere auch durch Drehung derselben um eine Achse senkrecht zu den Kraftlinien. doch kann hierbei nicht genau angegeben werden, wie groß die Spannung im Momente des Eintritts der Entladung war, namentlich, worauf ich

[1] O. Lehmann, Wied. Ann. 47, 426, 1892.

[2] Vgl. auch O. Lehmann, Boltzmann-Festschrift 1904, S. 288.

schon früher hingewiesen habe,[1] wenn die Spannungsände
durch Verwendung von Hochfrequenzstrom geschieht, wobei
gemessene mittlere Spannung sehr beträchtlich von der für
Entladung maßgebenden maximalen verschieden sein kann,
wenn durch Resonanzerscheinungen unvorhergesehene Erhö
der Spannung eintritt.

Messende Versuche lassen sich also nur mit langsamen S
nungsänderungen durchführen, doch muß dabei die Glaswand
mieden werden, d. h. man muß Elektroden in das Gas einfü
sei es metallisch-, sei es elektrolytisch-leitende.

Denkt man sich die Elektroden, etwa durch Auseinanderzi
entgegengesetzt elektrischer, ursprünglich dicht aneinander lie
der Kondensatorplatten, die durch Drähte damit verbunden
geladen, so wird das elektrische Feld oder richtiger jede Ä
rung desselben mit Lichtgeschwindigkeit von jeder zur an
fortschreiten und allen Elektronen, die es auf dem Wege t
einen entsprechenden Bewegungsantrieb erteilen. In diesem S
kann man sagen, daß sich der elektrische Strom oder richt
die Änderung desselben mit Lichtgeschwindigkeit von den E
troden aus ausbreitet.

Befindet sich zwischen den Elektroden eine metallisch
elektrolytisch leitende Flüssigkeit, deren Elektronen schon
geringsten Kraftantrieb folgen, so ist dies unzweifelhaft zutref

Bei den Entladungen in Gasen setzt die Bewegung
Elektrizitätsteilchen erst nach Überschreitung des Entladu
gradienten ein. Dann aber muß die Störung ebenso mit Li
geschwindigkeit fortschreiten wie in Flüssigkeiten, falls
Entladungsprozeß darin besteht, daß an jedem Punkte, den
Änderung des Feldes erreicht, Elektronen geschieden werden.

Die Bildung der Kathodenstrahlen steht mit dieser Auf
sung nicht im Einklang. Sie weist darauf hin, daß nur unmittel
an der Oberfläche der Kathode Scheidung der Elektrizitätsteilc
eintritt[1], worauf die positiven Teilchen ihre Elektrizität sofort
die Kathode abgeben, während die negativen mit sehr gro
Geschwindigkeit geradlinig und senkrecht zur Elektrodenob
fläche fortgeschleudert werden. Der dunkle Kathodenraum
(nach Crookes) ein Gebiet, in welchem sie ihre Bahn frei dur

[1] O. Lehmann, Wied. Ann. 56, 320, 1895.

laufen, ohne auf andere Teilchen zu stoßen, d. h. wo solche nicht vorhanden sind.[2]

Am einfachsten liegen die Verhältnisse bei einer feinen Spitze, der als andere Elektrode eine große Fläche, z. B. die Wand des Zimmers, in weitem Abstand gegenübersteht. Auch hier beobachtet man bei negativer Elektrisierung unter dem Mikroskop die Bildung der Kathodenschichten, wenigstens wenn die Spannung den Entladungsgradienten nur sehr wenig übersteigt (s. Fig. 30 rechts). Andernfalls bildet sich infolge der starken Erhitzung Metalldampf, in welchem die Entladungsspannung geringer ist, so daß die Stromstärke beträchtlich anwächst (damit auch wieder die Temperatur usw.) und ein blendend leuchtender Lichtpunkt entsteht, in welchem die Schichten, die auf sehr geringe Dimensionen zusammengeschrumpft sind, nicht mehr deutlich wahrgenommen werden können. Ist ein großer Widerstand eingeschaltet, so kann die Spannung unter den zur Metallentladung nötigen Wert sinken, so daß wieder Gasentladung eintritt, welche nach einiger Zeit abermals in Metallentladung übergeht usw., es bildet sich ein intermittierender Büschel. Die reine Gasentladung wird als Glimmentladung bezeichnet, die Metallentladung ist eine Übergangsform zum Lichtbogen Fig. 18 und wird, wenn stetig, „Büschellichtbogen" genannt. Bei positiver Spitze fehlen die drei Schichten, die Spitze bedeckt sich im einfachsten Falle mit einer dünnen rosafarbenen Lichthaut (s. Fig. 30 links), eine Fortschleuderung positiver Teilchen analog der Bildung der Kathodenstrahlen findet also nicht statt, wohl aber werden positive Teilchen fortgetrieben. In beiden Fällen beobachtet man die Erscheinung des „elektrischen Windes", wobei die elektrischen Teilchen unabhängig von der durch ihre Stoßwirkung veranlaßten Luftströmung ungefähr dem Verlauf der Kraftlinien des

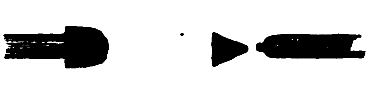


Fig. 30.

---

[1] Nach G. C. Schmidt, Ann. d. Phys. 12, 622, 1903 an der Grenze des Dunkelraums, da in diesem Jonen fehlen.

[2] In einem angeschlossenen zweiten nur zeitweise benutzten elektrischen Ei konnte ich keine Drucksteigerung beobachten, wenn sich im ersten der Dunkelraum allmählich soweit ausdehnte, dass er das ganze Ei ausfüllte. (S. auch diese Verh. Bd. 15 p. 86, 1901).

durch sie selbst modifizierten Feldes [1] entsprechend fortschreiten, wie Fig. 31 andeutet, welche die Äquipotential- und Kraftlinien in einem großen Zimmer darstellt, in welchem von der Decke herab eine bis auf die Spitze isolierte Elektrode herabhing. [2] Man ersieht aus der Figur namentlich, daß in der Nähe des mit Blechtafeln belegten und mit der Wasserleitung verbundenen Bodens das Potential keineswegs überall gleich Null ist infolge der Anwesenheit der elektrisierten Luft. Für positive und negative Elektrizität sind die Erscheinungen genau dieselben, so daß man annehmen muß, daß die Verschiedenheit der positiven und negativen Teilchen, die in der Verschiedenheit des positiven und negativen Glimmlichts zum Ausdruck kommt, in einiger Entfernung von der Spitze verschwindet, vermutlich dadurch, daß sich dieselben mit Luftteilchen beladen und mit diesen größere Komplexe (Molionen) bilden, die sich infolge ihrer großen Masse nur langsam fortbewegen können.

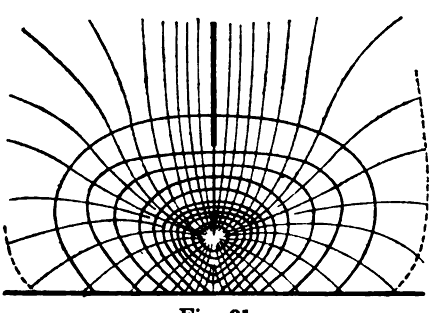


Fig. 31.

Bei zwei entgegengesetzt elektrischen Spitzen gestaltet sich der Verlauf des elektrischen Windes so, wie in Fig. 32 durch die gefiederten Pfeile angedeutet ist; es kann aber auch Rotation (Wirbelbewegung) eines Teils der Luftmasse eintreffen, wie Fig. 33 zeigt. Die nicht gefiederten Pfeile stellen die Bahnen der Jonen dar. [3]

Wenn nun auch zur Annahme der Existenz getrennter Elektrizitätsteilchen zunächst nur das Bestreben geführt hat, die Erscheinungen zu begreifen, da die Scheidung der Elektrizitäten durch Influenz nur verständlich wird durch diese Annahme, so läßt sich doch, sowohl im Falle der Elektrolyse, wie auch in dem der konvektiven elektrischen Entladung in Form des elektrischen Windes beweisen, daß getrennte Elektrizitätsmengen sich be-

---

[1] Siehe O. Lehmann, Wied. Ann. 44, 646, 1891.

[2] O. Lehmann, Ann. d. Phys. 6, 670, 1901.

[3] O. Lehmann, Wied. Ann. 63, 293, 1897.

wegen, ja man ist sogar in der Lage, deren Größe in Coulomb genau zu bestimmen.

Da im Fall der Elektrolyse des Wassers 1 Coulomb 0,01 *mg* Wasserstoff, d. h. vier Trillionen Wasserstoffatome zur Ausscheidung bringt, so folgt, daß ein Wasserstoffatom und ebenso jedes andere einwertige Atom $0{,}25 \cdot 10^{-18}$ Coulomb [1] von der Anode zur Kathode überträgt, d. h. mit dieser Elektrizitätsmenge geladen ist.

Weil das Gewicht eines Wasserstoffatoms $2{,}5 \cdot 10^{-27} = 2^1/_2$ Tausendstel Quadrilliontel Kilogramm beträgt, ist die Ladung

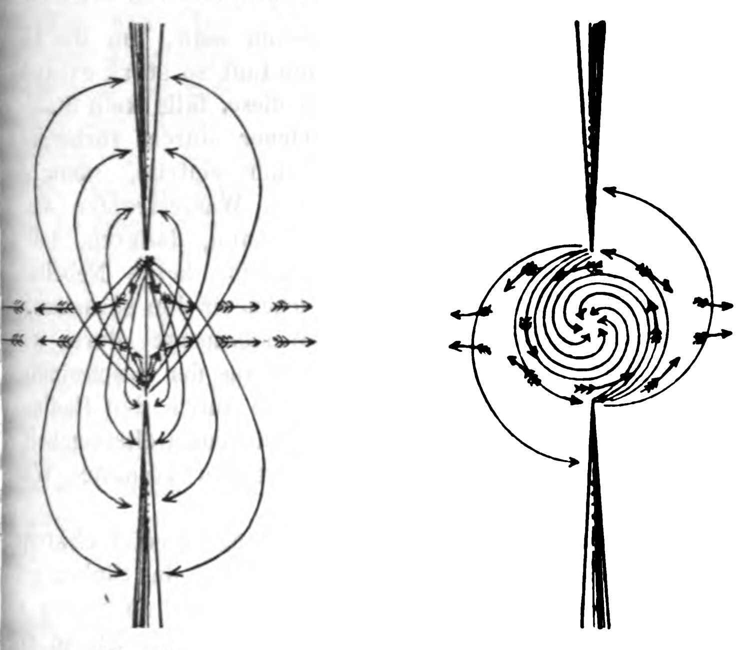


Fig. 32. Fig. 33.

pro Kilogramm hundert Millionen Coulomb, also enorm groß, und demgemäß auch die Kraft, mit welcher eine solche Menge von Jonen gegen die entgegengesetzt elektrische Elektrode hingetrieben wird. Sie ist nach $S \cdot 27$

$$K = \frac{E \cdot 10^6}{g \cdot l} \text{ Kilogramm,}$$

[1] Genauer nach Planck $0{,}156 \cdot 10^{-18}$ Coulomb, weil 0,01 *mg* (genauer $^1/_{96540}$ Gramm) Wasserstoff 6,42 Trillionen Atome enthält.

also, wenn die Spannungsdifferenz pro Meter $\frac{E}{l}$ auch nur 1 V
beträgt = 1,1 Millionen Kilogramm. Daß nichts desto weni
die Wasserstoffionen bei der Elektrolyse sich nur mit s
geringer Geschwindigkeit verschieben, erklärt sich durch
großen Reibungswiderstand des Wassers, und daß keine St
mung entsprechend dem elektrischen Wind entsteht, dadur
daß nicht wie bei Fig. 32 die Wege der positiven und negati
Jonen verschieden sind, weil für die Elektrolyse kein E
ladungsgradient besteht, also der Strom nicht lediglich
der Spitze der Elektroden ausgeht.

Im Falle der Spitzenentladung kann man, um die Lad
zu erfahren, nach J. J. Thomson die Luft so stark expandie
lassen, bis Nebelbildung eintritt. Da diese, falls kein Staub
handen (z. B. ursprünglich vorhandener durch vorhergehe
Nebelbildung niedergeschlagen ist), nur eintritt, wenn Jo
zugegen sind, indem jedes Jon einen Wassertropfen um s
kondensiert (wie man leicht feststellen kann, dadurch, daß n
dem Sinken des Nebels erneute Expansion keine Nebelbild
mehr hervorruft), so muß jedes Tröpfchen ein Jon enthalten.
Gewicht der darum kondensierten Wassermenge, durch wel
es nach unten gezogen wird, ergibt sich aus der Geschwindigk
mit welcher der Nebel sinkt (da diese durch den Radius
Tröpfchen bedingt ist) und der aus dem Feuchtigkeitsgehalt
der Größe der Expansion zu bestimmenden gesamten Was
menge.

Läßt man auf den Nebel einen entgegengesetzt elektrisc
Konduktor einwirken mit solcher Ladung, daß das Sinken ger
verhindert wird, somit die auf die Jonen ausgeübte el
trische Kraft dem Gewicht der Tröpfchen gleich ist, so erg
sich aus der Ladung dieses Konduktors und dem Abstand na
dem Coulombschen Gesetz die Ladung der Jonen. Sie fin
sich gleich der der Jonen bei der Elektrolyse, also = 0,156 · 10
Coulomb.

Die Geschwindigkeit, mit welcher sich die Molionen beweg
ergibt sich aus der Stromstärke. Würde man z. B. in eine m
dem elektrisierten Gas gefüllte ringförmig in sich zurücklaufen
Röhre (Fig. 34) einen Magnetpol n einschieben, so würden
Jonen, je nach dem Sinn ihrer Elektrisierung in der einen od

ndern Richtung in Bewegung gesetzt, entsprechend der elektro-
ynamischen Kraft, d. h. der elektromotorischen Kraft der In-
ktion, welche in diesem Falle ebenso wirkt wie die elektro-
tatische Kraft eines elektrischen Feldes, wie es entstehen würde,
enn von einer Stelle
das Rohr entgegen-
setzt geladene Kon-
nsatorplatten ein-
schoben und aus-
nander gezogen wür-
en (Fig. 35). Die
hl der Jonen (es
i nur eine Art vor-
nden) per Kubik-
eter sei N, die elektrische Spannungsdifferenz per Meter
Volt, die Geschwindigkeit der Jonen U Meter per Sekunde,
die Ladung eines Jons in Coulomb, dann ist die Stromstärke
$= N \cdot Q \cdot U \cdot E$ Ampere, also wenn R den Widerstand in *Ohm*
deutet. $\frac{1}{R} = N \cdot Q \cdot U$ und $U = \frac{1}{R} \cdot N \cdot Q$ m/sec. Aus den
essungen folgt hiernach, daß die Geschwindigkeit der positiven
d negativen Molionen gleich ist und nur wenige Meter per
kunde beträgt.

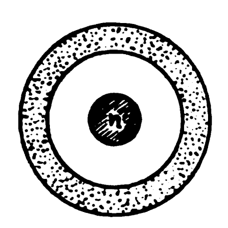


Fig. 34.

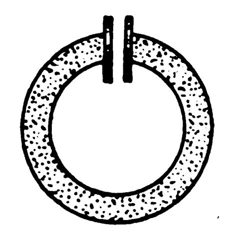


Fig. 35.

Der Fall, daß nur eine Art Jonen vorhanden ist, tritt ein,
enn eine Spitze einer ausgedehnten großen Platte als zweiter
lektrode gegenübersteht. Die elektrisierte Luft erweist sich
nn als unipolar leitend, d. h. ein entgegengesetzt elektrischer
örper wird entladen, wie wenn er in eine leitende Flüssigkeit
ebracht würde, nicht aber ein gleichartig elektrischer. Stehen
ch zwei Spitzen gegenüber, so bekommt die Luft bipolares
eitungsvermögen, d. h. sie verhält sich ähnlich wie eine elektrisch
itende Flüssigkeit.[1]

Ein wesentlicher Unterschied besteht aber darin, daß sie,
wischen entgegengesetzt elektrische Platten gebracht, nicht
auernd Strom durchläßt, wie ein Elektrolyt, sondern nur so
nge, bis die vorhandenen Jonen durch die elektrostatische Wir-
ung der Platten herausgezogen sind. Wollte man dauernden

[1] O. L. Ann. d. Phys. 6, 661, 1901.

Strom haben, so müßte man die entzogenen Jonen durch fort-gesetzte Elektrisierung durch die Spitzen wieder ergänzen.

Die sogenannte elektrolytische Entladungstheorie nimmt an, daß auch die Entladung nichts anderes als ein derartiger Strom ist, der nur in dem Momente, in welchem der Entladungsgradient erreicht wird, enorm stark anwächst, da dann durch Stoßwirkung der Jonen neue Jonen gebildet werden (durch Zertrümmerung der Moleküle), die selbst wieder in gleicher Weise wirken usw., so daß momentan der Widerstand der Gasmasse ein außerordentlich kleiner wird, während er zuvor abnorm groß war.

Indem man in einer evakuierten Glaskugel längere Zeit die Spannung in der Nähe des Entladungsgradienten erhält, müßte es also möglich sein, die ursprünglich vorhandenen Jonen ganz aus dem Gase herauszuziehen und weitere Entladung unmöglich zu machen, sowohl wegen Mangels an Elektronen, wie auch wegen Mangel eines Potentialabfalls, da die gegen die Glaswandung getriebenen verschobenen Elektronen das Potential in der ganzen Kugel konstant machen müssen, ähnlich wie in einer influenzierten Metallkugel.

Versuche, die ich in dieser Richtung anstellte, blieben ergebnislos wegen der bereits besprochenen Schirmwirkung der Glashülle.

Bei Anwendung eines großen elektrischen Ei's mit metallischen Elektroden von großer Oberfläche konnte ich keine Spur eines der Entladung vorangehenden Stromes auffinden, auch nicht im Falle starker „Verzögerung", welche nach der elektrolytischen Theorie bedingt sein soll, durch Verbrauch der Stromarbeit zur Jonenbildung, also den Durchgang eines konstanten Stromes voraussetzt.[1] Freilich ist dies kein Beweis für die wirkliche Nichtexistenz des von der Theorie geforderten Stromes, da er weit schwächer sein kann, als der schwächste experimentell nachweisbare.

Die untere Grenze der Stromstärke stellt ein Strom dar, bei welchem sich in jedem Moment nur ein einziges Jon zwischen den Elektroden befindet. Setzt man die Ladung desselben $= 0{,}156 \cdot 10^{-18}$ Coulomb, die Geschwindigkeit $= 10^7$ Meter per Sekunde (vgl. S. 37) und die Elektrodendistanz $= 0{,}6$ Meter, so ist die Zeit, in welcher das Elektron diese Distanz zurücklegt $= 0{,}6 \cdot 10^{-}$

[1] Siehe Kaufmann, Ann. d. Phys. 2, 171, 1900.

...den. Da sich in dieser Zeit $0{,}156 \cdot 10^{-18}$ Coulomb durch die ...itung bewegen, ist die Stromstärke $\frac{0{,}156 \cdot 10^{-18}}{0{,}6 \cdot 10^{-7}} = 0{,}26 \cdot 10^{-11}$ ...pere. Ist die Elektrode eine isolierte Kugel von 2 cm Durch...sser, so ist ihre Kapazität $^1/_9 \cdot 10^{-11}$ Farad, die Abnahme der ...nnung x pro Sekunde somit derart, daß $^1/_9 \cdot 10^{-11} \cdot x = ...6 \cdot 10^{-11}$, also $x = 0{,}26 \cdot 9 = 2{,}34$ Volt. Eine derartige Span...ngsabnahme konnte leider mittels der benützten Elektrometer ...ht mit Sicherheit konstatiert werden, immerhin scheinen ...r die Versuche gegen die elektrolytische Theorie zu sprechen ...d für die disruptive Theorie Faradays.

Der seitens der Anhänger der elektrolytischen Theorie vor...brachte Einwand, die Kraft des Feldes sei unzureichend die ...en zu trennen,[1] scheint mir nicht unbedingt beweisend.[2]

Das Auftreten der Kathodenstrahlen weist darauf hin, daß ... negativen Teilchen eine sehr viel geringere Masse besitzen ... die positiven, so daß sie, da ja die Kraft infolge der gleichen ...dung für beide dieselbe ist, weit größere Beschleunigung er...gen. Weil sich ihnen in hoch evakuierten Gefäßen keinerlei ...bungswiderstand entgegenstellt, insbesondere in dem Dunkel...m, wenn man diesen mit Crookes als durch die Stoßwirkung ... Elektronen von Atomen gesäubert betrachtet, so ist ver...ndlich, daß ihre Geschwindigkeit eine so hohe werden kann, ... sie, wie Hertz gefunden hat, dünne Metallschichten zu

---

[1] Setzt man den Abstand zweier Atome im Molekül = 0,1 Milliontel mm ...10^{-10} m, ihre Ladung = 10^{-19} Coulomb, so ist die Kraft mit welcher sie ... anziehen = 10^{-7} Kilogramm. Die Kraft des elektrischen Feldes, welche ... auseinanderzieht, ist $^1/_g \cdot {}^E/_l \cdot 10^{-19}$, somit muß die Spannungsdifferenz ... Meter $^E/_l$ = 9,81 Billionen Volt betragen, wenn die Anziehungskraft ...rwunden werden soll (die Dielektrizitätskonstante = 1 gesetzt).

[2] Ich berechnete die Beschleunigung, mit welcher zwei entgegengesetzte ...wertige Atome von der Masse der Wasserstoffatome in einer Entfernung ... der Größe des Molekulardurchmessers gegen einander zu fallen suchen ...6,67 Trillionen Meter pro Sekunde. Die Kraft eines Feldes von 1000 Volt ... Meter würde ihnen allerdings nur eine Beschleunigung von 10 Milliarden ...ter in entgegengesetzter Richtung erteilen. Allein tatsächlich fallen die ...ome im Molekül nicht gegeneinander, sie werden vielmehr, vermutlich ...rch die Zentrifugalkraft der Rotation, mit gleich großer Kraft auseinander...trieben, so dass sehr wohl die Kraft des Feldes dazu führen kann, sie ...einander zu reißen. Rotation solcher entgegengesetzter Pole im homogenen ...elde würde freilich elektrische Schwingungen und Wellen erzeugen.

durchdringen vermögen, ja sogar wie Lenard beobachtete, durch ein Aluminiumfenster aus der Röhre in das Freie heraustreten können.

Diese Eigentümlichkeit bietet zugleich die Möglichkeit, ihre negative Ladung nachzuweisen, indem man sie nach Perrin einem Elektroskop zuleitet, welches sich in einem geschlossenen, zur Erde abgeleiteten metallischen Behälter befindet, der an einer Stelle ein Aluminiumfenster besitzt, um die Kathodenstrahlen einleiten zu können.

Zur direkten Messung der Geschwindigkeit der Teilchen kann man ihre Ablenkung durch den Magneten verwenden. Stellt man auf der Bahn in einem gewissen Abstand zwei Wechselstromelektromagnete auf und steigert die Frequenz des Wechselstroms so hoch, daß in der Zeit, in welcher die Teilchen vom ersten Magnet zum zweiten gelangt sind, die Stromrichtung sich gerade in die entgegengesetzte verwandelt hat, so wird die durch den ersten Magneten hervorgebrachte Ablenkung der Kathodenstrahlen durch den zweiten wieder aufgehoben. Umgekehrt kann man, falls dies geschieht, sagen, daß die Geschwindigkeit der Strahlen gleich ist der Entfernung der beiden Magnete, dividiert durch die halbe Schwingungsdauer des Wechselstroms. Auf diesem Wege haben Des Coudres[1] und Wiechert[2] Geschwindigkeiten von 22 bis 50 Millionen Meter pro Sekunde gefunden.

Aus der Geschwindigkeit v ergibt sich ferner die (scheinbare) Masse der Teilchen. Ist ihr der Masse entsprechendes (scheinbares) Gewicht P Kilogramm, also die Bewegungsenergie $\frac{1}{2} \cdot \frac{P}{g} \cdot v^2$ Kilogrammeter, so folgt, da diese Energie gleich der Stromarbeit pro Sekunde, d. h. $= \frac{1}{g} \cdot Q \cdot E$ sein muß, wenn Q die Ladung in Coulomb und E die Spannung in Volt, $\frac{1}{2} \frac{P}{g} \cdot v^2 = \frac{1}{g} \cdot Q\,E$ oder $P = Q \cdot \frac{2\,E}{v^2}$ Kilogramm. Bei Einsetzung von $v = 10^8$ Meter, $E = 10^4$ Volt und $Q = 0{,}25 \cdot 10^{-8}$ Coulomb ergibt sich dieses scheinbare Gewicht der Teilchen = 2,5 Quinquilliontel Kilogramm.

Eine Prüfung dieses Ergebnisses ist auf verschiedene Weise

[1] Des Coudres, Verh. phys. Ges. Berlin **14**, 86, 1895

[2] Wiechert, Wied. Ann. **69**, 739, 1899.

lich, z. B. indem man die Energie der Strahlen, dadurch, man sie auf die Wand eines Kalorimeters fallen läßt, in rme umsetzt und als solche bestimmt. (Diese Wärmeproduktion de von Crookes durch Glühendmachen eines Platinblechs onstriert) (Fig. 36). Die Wärmemenge, welche ein Teilchen wickelt, beträgt $\frac{1}{430 \cdot 2} \cdot \frac{P}{g} \cdot v^2$ Kalorien. Die Zahl der Teilchen Sekunde beträgt, wenn i die Stromstärke in Ampere ist: somit die Gesamtwärme pro Sekunde $\frac{i}{Q \cdot 430 \cdot 2} \cdot \frac{P}{g} \cdot v^2$ Kalorien. alle Größen bekannt sind, kann man sie berechnen und findet mit dem beobachteten Wert in Übereinstimmung.

Ein anderes Mittel ist die Messung der enkung durch den Magneten. In Fig. 37 eutet die schraffierte Fläche einen in r er Abstand hinter der Ebene der Zeichg befindlichen Magnetpol von m Weber rke, a eine Kathode, von welcher senkt Kathodenstrahlen ausgehen, die durch kung des Magen zu Kreisen ogen werden, so sie schließlich Rückfläche der thode treffen, die aber infolge der ektrostatischen toßung nicht klich erreichen nnen.

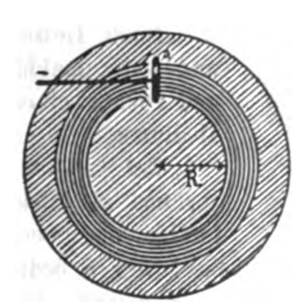


Fig. 36.


Fig. 37.

Die Kraft, mit welcher der Magnetpol auf einen unendlich gen geraden, von i Ampere durchflossenen Leiter wirken rde, beträgt $^2/_g \cdot \frac{i \cdot m}{r}$ Kilogramm. Wird dieser zu einem Kreis sammengebogen, so ist die Kraft π mal so groß, auf ein Stück n der Länge 1 Meter ist sie $2\pi r$ mal kleiner, also auf ein tück von l Meter $= {}^1/_g \frac{i \cdot m \cdot l}{r^2}$ Kilogramm. Denkt man sich n an Stelle des Kreisstromes einen elektrisch geladenen Ring leichmäßig rotierend und ist die Ladung der äußerst kleinen

Länge l, welche gerade ein Kathodenstrahlteilchen enthält, Q Coulomb, und bewegt sich dieses in der Zeit t Sekunden durch die Strecke l, so wirkt darauf eine elektrodynamische Kraft wie auf einen Strom von der Stärke $\frac{Q}{t} = Q \cdot \frac{v}{l}$ Ampere, wenn man die Geschwindigkeit $\frac{l}{t} = v$ setzt, d. h. die Kraft $K = \frac{1}{g} \cdot \frac{Q \cdot m \cdot v}{r^2}$ Kilogramm. Diese Kraft kann auch als Zentripetalkraft bezeichnet werden, da sie das Teilchen nötigt, sich im Kreise um das Zentrum der Bahn zu bewegen. Es muß also sein $K = \frac{P}{g} \cdot \frac{v^2}{R}$, somit ist $P = Q \cdot \frac{R \cdot m}{v \cdot r^2}$ Kilogramm. Beim Einsetzen der beobachteten Werte ergibt sich wieder die obige Zahl.

Wären die Kathodenstrahlen nicht senkrecht, sondern schräg zu den magnetischen Kraftlinien gerichtet, so würde sich der Kreisring in eine zylindrische Spirale verwandeln. Man sagt, die Kathodenstrahlen suchen sich um die magnetischen Kraftlinien in Spiralen herumzuwickeln.[1]

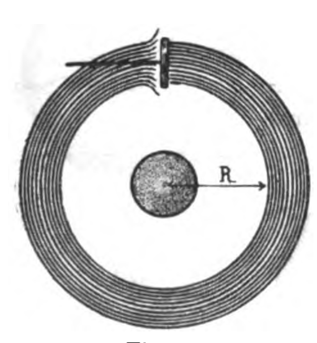


Fig. 38.

Nach Lenard[2] ist die Ablenkung völlig unabhängig von der Natur und Dichte eines etwa vorhandenen Mediums.

Bei Anwendung eines Induktoriums als Elektrizitätsquelle treten infolge der wechselnden Spannung, welche entsprechenden Wechsel von v bedingt, Komplikationen ein. Das Bündel löst sich wegen der verschiedenen Ablenkbarkeit verschieden schneller Strahlen in ein Spektrum auf. (Dispersion der Kathodenstrahlen).[3]

In ähnlicher Weise wie durch magnetische Kraft kann ein Kathodenstrahlenbündel auch durch elektrische Kraft abgelenkt werden; es wäre selbst denkbar, daß es durch einen positiven

---

[1] Siehe Riecke, Wied. Ann. **13**, 191, 1881 und Lamprecht, Wied. Ann. **19**, 580, 1886.

[2] Lenard, Wied. Ann. **52**, 23, 1894.

[3] E. Wiedemann und Ebert Sitz. Ber. d. phys. med. Soc. zu Erlangen 14. Dez. 1891. Vergl. auch Lenard, Beibl. **21**, 779, 1897 und Strutt, Phil. Mag (5) **48**, 478, 1899.

l wie Fig. 38 zeigt, zu einem Kreisring zusammengebogen würde
enso wie oben wäre dann die Zentrifugalkraft $= \frac{P}{g} \cdot \frac{v^2}{R}$. Die
ktrische Kraft ist nach dem Coulombschen Gesetz wenn q
Ladung des ablenkenden Konduktors in der Mitte bedeutet,
$\frac{9 \cdot 10^9}{g} \cdot \frac{q \cdot Q}{R^2}$ Kilogramm, somit $P = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot q \cdot Q}{v^2 \cdot R}$ Kilogramm.

Auch in diesem Falle ergibt sich dasselbe scheinbare Gewicht ler Kathodenstrahlteilchen, wenn man für v die direkt beomte Geschwindigkeit derselben einsetzt oder die aus der gnetischen Ablenkung berechnete.

Für den Fall, daß nicht ein Kreis entsteht, sondern nur e schwache Ablenkung s auf der Strecke l, lautet die Formel, ganz analog der Formel für die Wurfbewegung abzuleiten ist:

$$P = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot q \cdot Q \cdot l^2}{v^2 \cdot R^2 \cdot s} \text{ Kilogramm.}$$

Im Falle der magnetischen Ablenkung gilt:

$$P = \frac{m \cdot Q \cdot l^2}{2 \cdot v \cdot r^2 \cdot s} \text{ Kilogramm.}$$

Man kann auch gleichzeitig elektrische und magnetische Kraft ınder entgegen wirken lassen, so daß sie sich kompensieren.

Die magnetische Kraft ist $= \frac{1}{g} \cdot \frac{m \cdot Q}{r^2} v$ Kilogramm

Die elektrische Kraft ist $= \frac{9 \cdot 10^9}{g} \cdot \frac{q \cdot Q}{R^2}$ Kilogramm

nit

$$v = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{r^2}{R^2} \cdot \frac{q}{m} \text{ Meter pro Sekunde.}$$

Nach Einsetzung der experimentell ermittelten Größen erhält n einen Wert für v, welcher die direkten Messungen bestätigt. e diese Versuche ergeben also übereinstimmend, daß ein Kadenstrahlteilchen sich so verhält, als ob es ein Gewicht von Quinquilliontel Kilogramm hätte. Da nun aber die Elektrizität Imponderabile ist, muß man entweder mit Crookes anhmen, daß die Kathodenstrahlteilchen mit wägbarer Masse fest rbunden sind, oder daß die Masse nur eine scheinbare, durch Selbstinduktion bedingte ist.

Denkt man sich eine unendlich lange Stange, welche pro eter mit 1 Coulomb geladen ist, mit der Geschwindigkeit von Meter pro Sekunde in ihrer Richtung fortgezogen, so wirkt e auf einen in der Nähe befindlichen Magnetpol ebenso wie ein

unendlich langer gerader Strom von 1 Ampere Stärke d. h. sie erzeugt ein Magnetfeld um sich herum, dessen Kraftlinien conachsiale Kreise sind.

Dieses Magnetfeld breitet sich, sobald die Stange in Bewegung gesetzt wird, mit der Geschwindigkeit von 300 000 000 Meter pro Sekunde im Raume aus. Trifft es auf einen Magnetpol, so wirkt auf diesen plötzlich, d. h. rasch ansteigend, die elektrodynamische Kraft, während die entsprechende Gegenwirkung auf die Stange in voller Stärke schon vorhanden war, weil sie sich von Anfang an im Magnetfeld des Pols befunden hat. Da nun Wirkung und Gegenwirkung notwendig gleichzeitig sein müssen, ist anzunehmen, daß der elektrodynamischen Kraft auf die Stange (bezw. den Strom) nicht direkt die Wirkung auf den Magnetpol entspricht, sondern eine Wirkung auf verborgene Massen des Feldes, welche dann später eine Stoßwirkung auf den Magnetpol ausüben. Man gelangt also zu der Auffassung, daß sich im magnetischen Felde Massen in Bewegung befinden, deren Bewegungszustand einen Energiebetrag darstellt.

Diese Energie muß bei Erzeugung des Stromes aufgewend[et] werden und heißt magnetische Energie. Ihr Betrag ergi[bt] sich leicht aus der Formel für die Arbeit, welche geleistet werd[en] muß, eine elektrische Masse entgegen der elektrischen Spannu[ng] zu verschieben. Um dauernd einen Strom von J Ampere b[ei] der Spannung E Volt zu unterhalten, muß pro Sekunde d[ie] Arbeit $^1/_g \cdot E \cdot J$ Kilogrammeter geleistet werden. Wächst d[er] Strom in einer Sekunde von Null bis J Ampere, so ist die ge-leistete Arbeit $\frac{1}{2g} E\, J$ Kilogrammeter. Ist kein Reibungswider-stand zu überwinden, so stellt dies die Arbeit dar, um die (ge-wichtlos gedachte) Stange so zu beschleunigen, daß ihre Geschwin-digkeit pro Sekunde von Null auf J Meter pro Sekunde anwächst. Diese Arbeit ist erforderlich zur Erzeugung des magnetische[n] Feldes, stellt also den Wert der magnetischen Energie dar. E is[t] die zu überwindende elektrische Spannung d. h. die durch Ent-stehung der magnetischen Kraftlinien in der Stange induzierte Gegenkraft, welche, wenn der Selbstinduktionskoeffizient L Henry[1]

[1] Der Selbstinduktionskoeffizient ist ein Henry, wenn die Stromstärke ein Ampere gerade eine Kraftlinie erzeugt (oder $\frac{1}{s}$ Kraftlinien im Falle einer Spule von s Windungen).



beträgt, $= L \cdot J$ Volt ist. Steigt also die Geschwindigkeit der Stange pro Sekunde um J m/sec d. h. wächst die Stromstärke pro Sekunde um J Ampere, so muß zur Verschiebung der Stange d. h. zur Erzeugung der magnetischen Energie eine Arbeit von $\frac{1}{2g} \cdot L \cdot J^2$ Kilogrammeter pro Sekunde geleistet werden.[1]

Wäre die Stange nicht gewichtlos, sondern hätte das Gewicht P Kilogramm, so wäre, um ihr die Geschwindigkeit von J m/sec zu erteilen eine Arbeit aufzuwenden, die dem Betrag der Bewegungsenergie entspricht, d. h. $= \frac{1}{2} \cdot P/g \cdot J^2$ Kilogrammeter pro Sekunde ist. Einer Selbstinduktion von ein Henry entspricht also eine träge Masse von ein Kilogramm. Die scheinbare Masse der Kathodenstrahlteilchen von 2,5 Quinquilliontel Kilogramm kann also dadurch bedingt sein, daß die bei ihrer Bewegung auftretende Selbstinduktion 2,5 Quinquilliontel Henry beträgt.

Die nähere Berechnung dieser Selbstinduktion, welche Abraham durchgeführt hat, ergibt, daß dies in der Tat der Fall ist, daß also die Kathodenstrahlteilchen, nicht wie Crookes angenommen hat, mit wägbaren Masseteilchen verbunden sind, sondern masselose Elektrizitätsatome darstellen, deren scheinbare Masse nur durch die Entstehung magnetischer Energie bedingt ist, sobald sie in Bewegung gesetzt werden.[2]

Ebenso wie zur Beschleunigung dieser Teilchen Arbeit aufgewendet werden muß, ist natürlich auch Arbeit aufzuwenden, um sie wieder zur Ruhe zu bringen, ihre Bewegung zu verzögern. Auch in diesem Fall verhalten sie sich wie wägbare Partikelchen vom Gewicht 2,5 Quinquilliontel Kilogramm und üben eine dementsprechende Stoßwirkung aus, sobald sie von einem Körper aufgehalten werden.

Crookes hat diese Stoßwirkung zur Anschauung gebracht, indem er die Strahlen auf eine Art Mühlrad fallen ließ, welches dadurch in Bewegung gesetzt wurde. (Fig. 39.)

---

[1] Wäre ein Widerstand von R Ohm zu überwinden, so wäre außerdem zu leisten die Arbeit von $\frac{1}{2g} \cdot R \cdot J^2$ Kilogrammeter pro Sekunde, welche in Form von Reibungswärme bezw. Stromwärme zum Vorschein kommt. Die Selbstinduktion $L = E/J$ verhält sich also ähnlich wie ein wahrer Widerstand $R = E/J$ Ohm und wird deshalb auch „scheinbarer Widerstand" genannt.

[2] S. a. Abraham u. Föppl, Theorie d. Elektrizität, Bd. II, 1905.

Einen einfacheren Apparat zu gleichem Zwecke, bei welchem eine Scheibe durch schräg auftreffende Kathodenstrahlen in Drehung versetzt wird (Fig. 40), hat Puluj angegeben.

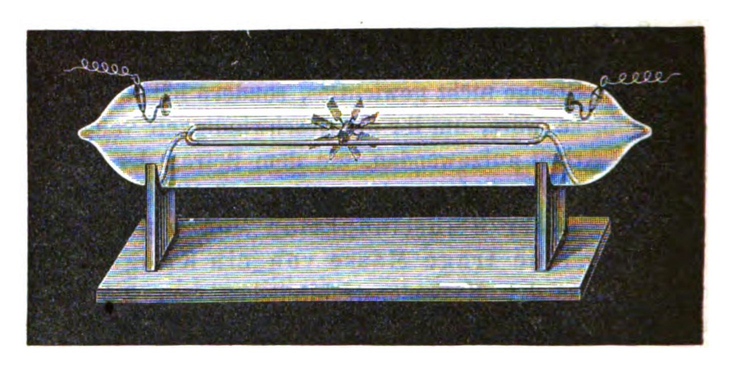
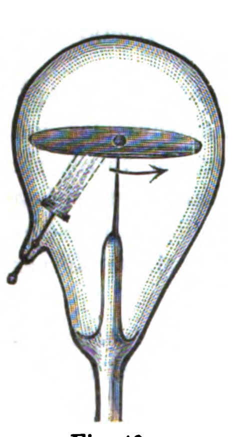


Fig. 39.

Crookes hat ferner auch die entsprechende Rückwirkung (Reaktion) bei Fortschleuderung der Kathodenstrahlteilchen durch sein elektrisches Radiometer Fig. 41 nachgewiesen, wobei allerdings die Erscheinungen dadurch kompliziert werden, daß gleichzeitig gewöhnliche Radiometerwirkungen infolge der Erhitzung der Glaswand auftreten.



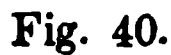


Fig. 40.

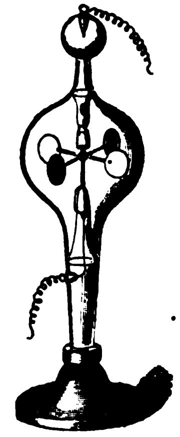


Fig. 41.

Sind, wie nach dem Gesetz der Erhaltung der Elektrizität angenommen werden muß, die Kathodenstrahlteilchen ursprünglich mit positiv elektrischen Massen von gleicher Größe zu neutralen Molekülen vereinigt, so kann man weiter fragen, was wird aus diesen positiven Massen, wenn die Kathodenstrahlteilchen der Kraft des Feldes entsprechend sich davon trennen?

In hochevakuierten Röhren, in welchen wie bereits oben erwähnt, anscheinend nur an der Kathode Entladung eintritt und

ie Anode ihre Ladung durch das ionisierte und dadurch leitend gemachte Gas allmählich, ohne Lichterscheinung gegen die durch die Kathodenstrahlen negativ gemachten Gefäßwände ausgleicht, entstehen die positiven Teilchen unmittelbar an der Kathode und geben ihre Ladung an diese ab, indem sie während ihrer Bewegung die Erscheinung des gelben Saums hervorrufen. Ist die Kathode mit einer Öffnung versehen, so können sie durch dieselbe hindurchdringen und erscheinen dann als Kanalstrahlen von gleicher Färbung wie der gelbe Saum.

Die Fig. 42 zeigt die Erscheinung der Kanalstrahlen in einem hochevakuierten großen elektrischen Ei, bei welchem als Kathode ein die beiden Hälften trennendes Drahtnetz dient,[1] das negative Glimmlicht hat sich hinter die kugelförmige Anode zurückgezogen. Die Kanalstrahlen erscheinen als rückwärtige Verlängerungen der Strahlen des gelben Saums.

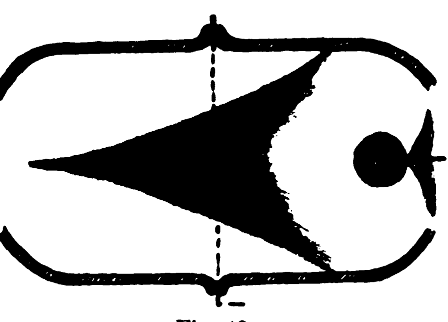


Fig. 42.

Nach W. Wien werden die Kanalstrahlen magnetisch und elektrisch abgelenkt wie positive Teilchen von gleicher Ladung wie die negativen, aber mit einer größeren Masse, die etwa das 650fache der Masse der Wasserstoffatome beträgt.[2]

Dafür, daß dem Zerreißen der Moleküle in die entgegengesetzt elektrischen Atome, wie es die disruptive Theorie der Entladungen annimmt,[3] eine innere Energie, etwa kreisende Bewegung der Elektronen, zu Hilfe kommt, was aus dem oben angedeuteten

---

[1] Eine in Farben ausgeführte Figur habe ich in Meyers Konversationslexikon 6. Aufl Bd. 5 Tafel zum Artikel „Elektrische Entladungen“ Fig. 6 gegeben.

[2] Die Zusammendrängung der Strahlen in der Figur scheint auf Anhäufung von positiver Elektrizität in der Nähe der Kathode hinzuweisen, wie ich sie früher aus andern Gründen angenommen habe.

[3] Siehe E. Wiedemann, Wied. Ann. **10**, 248, 1880; O. Lehmann, Wied. Ann. **11**, 687, 1880; Elektrische Lichterscheinungen S. 127 u. ff. und 518 u. ff.

Grunde notwendig ist, sprechen auch die Erscheinungen der Ra
aktivität, bei welchen ebenfalls negative und positive Teilc
letztere verbunden mit wahrer Masse (entsprechend derjenigen
Atome ausgesandt werden (β- bezw. α-Strahlen) und zwar o
Einwirkung eines elektrischen Feldes, lediglich unter Wirk
des intramolekularen elektrischen und magnetischen Feldes,
wie auch aus der bedeutenden Wärmewirkung (insbesondere
γ-Strahlen) hervorgeht, nur möglich ist, wenn die Mole
bedeutende Mengen von Bewegungsenergie in sich enthalten.

Sind nun aber die Moleküle erfüllt von positiven und n
tiven Teilchen, so müssen diese eine rasche elektromagneti
Strahlung, wie es das Licht ist, in seiner Ausbreitung behind
und in der Tat trifft, wie zuerst H. A. Lorentz 1880 ge
hat, diese Folgerung zu, insofern die Dispersion des Lichtes
unter Annahme von Elektronen in den Molekülen mit der
berechneten scheinbaren Masse und Ladung zu erklären ist.
Licht selbst entsteht durch Schwingungen dieser Elektronen,
sich nicht nur aus der Schwingungszahl bzw. Wellenlänge ergi
sondern insbesondere auch aus Zeemanns Phänomen, daß n
lich die Farbe einer Flamme im magnetische Felde in der W
sich ändert, daß eine Spektrallinie bei Beobachtung senkrech
den Kraftlinien in 2 (Duplet) bei Beobachtung in der Richtung
Kraftlinien in 3 (Triplet) aufgelöst erscheint, eine auf dem W
der Rechnung quantitativ zu verfolgende Einwirkung der elek
dynamischen Kräfte des Magnetfeldes auf die hin- und
schwingenden Elektronen.

III. Die Magnetokathodenstrahlen.

Durch die besprochenen quantitativen Untersuchungen
Berechnungen ist das Verhalten der Kathodenstrahlen soweit
geklärt, daß es möglich erscheint, alle Erscheinungen, welche
Einwirkung eines magnetischen Feldes auf den Entladungs
gang veranlassen kann, voraus zu berechnen. Merkwürdig
weise ist es aber bisher noch nicht gelungen, gerade die
Plücker zuerst beobachteten Wirkungen eines Magneten
das blaue Glimmlicht befriedigend zu deuten.

[1] Siehe O. Lehmann, Elektrizität und Licht. Braunschweig, 1895,
332. Elektrische Lichterscheinungen. Halle, 1898, S. 473 u. ff.

Man betrachtet dieses blaue Glimmlicht als eine durch die Kathodenstrahlen hervorgebrachte Fluoreszenzerscheinung des Gases, welche im dunkeln Kathodenraum deshalb nicht auftritt, weil dort die Geschwindigkeit der Teilchen, die natürlich um so größer wird, je länger dieselben der beschleunigenden Kraft des Feldes ausgesetzt sind, noch nicht genügenden Wert hat, um Stoßwirkungen von der erforderlichen Stärke auf die Molekule hervorzubringen. Wenn also auch im Prinzip die Glimmlichtstrahlen nur sekundär durch die Kathodenstrahlen erzeugt werden, so setzt doch ihre Existenz die der Kathodenstrahlen voraus, und in diesem Sinne kann man auch beide als gleichartig betrachten.

Ein Kathodenstrahlteilchen, welches gerade in der Richtung einer magnetischen Kraftlinie fortgeschleudert wird, hat keine Ursache, diese zu verlassen, wenn sie geradlinig verläuft, da dann die elektrodynamische Kraft auf das Teilchen den Wert Null hat. Biegt sich aber die Kraftlinie, so wird das Teilchen vermöge seiner (scheinbaren) Trägheit darüber in der Richtung der Tangente hinausschießen, also, da nunmehr eine zur Kraftlinie senkrechte Bewegungskomponente vorhanden ist, einen elektrodynamischen Antrieb erfahren, der es zwingt, auf einer anfänglich stark gestreckten und sehr engen, dann aber ihre Windungen zusammenziehenden und sich konisch erweiternden Spirale um die Kraftlinie umzulaufen. In der Tat haben auch die Kathodenstrahlen das Bestreben, sich um die Kraftlinien in Spiralen herumzuwickeln, aber nur bei geringen Feldstärken. Sobald die Stärke einen betimmten Wert[1] überschreitet, verlaufen Kathoden- und Glimmlichtstrahlen vollkommen in der Richtung der magnetischen Kraftlinien, wie stark dieselben auch gebogen sein mögen, von Spiralen ist nichts mehr zu sehen. Plücker[2] schreibt darüber:

„Die verschiedenen ebenen oder krummen Flächen, in welche das um den negativen Pol verbreitete diffuse Licht sich zusammenzieht, werden von Lichtlinien gebildet, welche von den einzelnen Punkten der negativen Elektrode ausgehen und mit magnetischen Kurven zusammenfallen.“

[1] Birkeland, Compt. rend. **126**, 586, 1898, nennt denselben den „kritischen“ Wert. Es ist wesentlich, daß derselbe an der Kathode vorhanden ist. Die Natur des Gases ist auf seine Größe ohne Einfluß.

[2] Plücker, Pogg. Ann. **103**, 100, 1858.

Fig. 44 zeigt die Erscheinung nach eigenen Beobachtungen[1] an einem Glaskolben mit kurzer Drahtkathode in der Mitte. Man sieht von dieser einen dünnen blauen Bogen gegen die Magnetpole a und b sich hinziehen. Die Anode ist ganz oben im Halse des Kolbens und zeigt keine Lichterscheinung.

Fig. 43 zeigt die Lage des positiven Lichtes gegen das negative unten links bei dem eben beschriebenen Kolben, oben bei Verwendung einer Platte und Spitze in einer Glocke.

Bezüglich des Phosphoreszenzlichts am Glase schreibt Plücker (l. c. S. 104):

„Das schön grüne Licht sammelte sich bei Kommutation der Pole stets wieder da an, wo die durch magnetische Kurven gebildete Fläche das Glas berührte. Wenn infolge einer Verschiebung der Röhre diese Fläche mit dem Glase an einer Stelle in Berührung kommt, wo dieses früher nicht der Fall gewesen war, so tritt auch sogleich das grüne Licht daselbst auf".

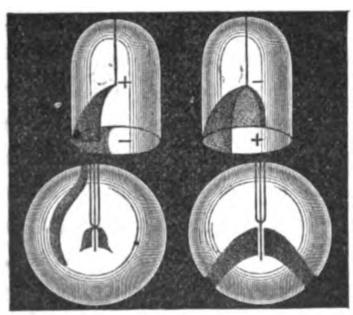


Fig. 43.

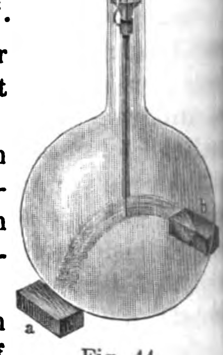


Fig. 44.

An anderer Stelle[2] berichtet er weiter:

„Wenn ein dunkler Gegenstand von diesen krummen Strahlen getroffen wird, so erhalten wir einen scharf begrenzten mathematisch bestimmten Schatten, selbst die positive Elektrode wirft einen solchen Schatten, wenn sie die magnetische Lichtfläche durchsetzt. Ist diese Lichtfläche insbesondere eine gewölbeartige, so tritt auf derselben ein dunkler Streifen von der Dicke der Elektrode auf, der sich scharf begrenzt jenseits der Elektrode an der Glaswand hinzieht."

Plücker beobachtete ferner auch, daß die Strahlen einen Beschlag auf der Glaswand hervorbringen. Er sagt[3]:

---

[1] O. Lehmann, Molekularphysik II, 318, 1889 u. Müllers Grundriß der Physik, 14. Aufl., 1896, 566.

[2] Plücker, Pogg. Ann. **107**, 104, 1859.

[3] Plücker, Pogg. Ann. **104**, 117, 1858.

„Wurde eine frische Röhre in äquatorialer Lage in das agnetfeld gebracht, so daß das magnetische Licht in eine sichel-rmige Scheibe zusammengezogen erschien, so wurde die Kugel r an derjenigen Stelle geschwärzt, wo die Lichtscheibe ihre nere Wandung berührte." (l. c. S. 118.) „Wollten wir annehmen, ß diese abgerissenen Partikel (welche den Beschlag bilden) die ektrizität der Elektrode beibehalten und dadurch, daß sie sich wegen, elektrische Elementarströme erzeugen, und wollten wir erdies annehmen, daß ihre Bewegung eine spiralförmige wäre, hätten wir für die Beobachtungen eine Art von Erklärung".

Nach Hittorf legen sich mit wachsender Stärke des Feldes e Windungen der Schraubenlinien immer enger um die magne-che Kurve, welche durch den Ausgangspunkt der Strahlen geht d geben für das Auge schießlich in sie über. „Eigentlich ist die gnetische Kurve also nur die geometrische Achse der wahren rm des Magnetismus."

Entsprechend diesen Auffassungen hat man bis in die este Zeit die Kathoden- oder Glimmlichtstrahlen, welche die rm der magnetischen Kraftlinien annehmen, als mikroskopisch g gewundene Spiralen um die Kraftlinien betrachtet. Indeß, gesehen von dem schon eingangs erwähnten Einwand, daß sich gebogenen Kraftlinien die Spiralen konisch erweitern oder ver-gen müßten, kann hier weiter gefragt werden, warum ver-winden die andern Kathodenstrahlen, die nicht die Richtung r Kraftlinien haben? Sehr auffällig zeigt sich dies bei einem n mir angestellten, in Fig. 45 und 46 dargestellten Versuch.[1]

Die Kathode befand sich im Innern einer geschlossenen, aus ahtnetz gebildeten Anode in einem geräumigen Glaskolben g. 46). Im Magnetfeld verschwanden alle aus dem Drahtnetz rauskommenden Strahlen bis auf diejenigen, welche die Richtung r durch die Kathode gehenden magnetischen Kaftlinien hatten, elche nun stärker leuchtend wurden (Fig. 45).

Aus der dargelegten Theorie läßt sich dieses Verschwinden r größten Masse der Kathodenstrahlen nicht erklären. Dieselben llten sich vielmehr zu Ringen zusammenbiegen und würden bei auf die Anode treffen, wo sie ihre Elektrizität abgeben önnten.

[1] O. Lehmann, Wied. Ann. 56, 340, 1895, und Elektrische Licht-scheinungen, Halle, 1898 S. 366.

Sehr merkwürdig ist auch, daß das Verschwinden mit s
gender Feldstärke nicht allmählich, sondern plötzlich gesch
unter beträchtlicher Verminderung der Elektrodenspann
Birkeland (l. c.) beobachtete einen solchen „Spannungsstu
von 18800 bis 1400 Volt. Dabei wächst die Stromstärke
die Energie kann so hoch ansteigen, daß das Glas an der T
stelle durch die Strahlen geschmolzen wird.[1]

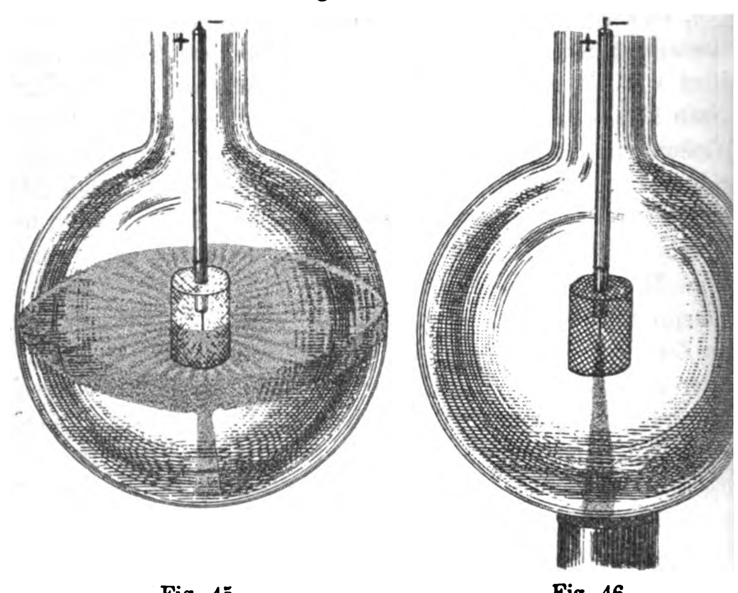


Fig. 45. Fig. 46.

Unter Umständen können auch Strahlen, welche sich in
maler Weise zu Spiralen um die Kraftlinien winden (Hittorf
Kathodenstrahlen) und solche, welche in der Richtung der K
linien verlaufen (Plückersche Kathodenstrahlen), nebeneina
erhalten werden. Ein Beispiel bietet schon ein älterer von
ausgeführter Versuch[2], welcher in Fig. 47 dargestellt ist.

Eine Hittorfsche Röhre mit winkelförmig gebogener,
auf die Spitze mit Glas umhüllter, von der Anode abgewan
Kathode wurde in ein senkrecht zur Ebene der Zeichnung
richtetes Magnetfeld gebracht. Man beobachtete dann die Bild
zweier S-förmiger grüner Flecke auf der Glaswand an den Stel

[1] Broca, Compt. rend, **126**, 736, 1898.
[2] O. Lehmann, Zeitschr. f. phys. Chemie, **18**, 114, 1895.

die aus der Kathodenspitze austretenden, zu Spiralen um die aftlinien gewickelten Kathodenstrahlen die Glaswand trafen. ırde das Magnetfeld verstärkt, so verschwanden die gebogenen le und es blieb nur die Mitte jeder Figur übrig, welche den ıkt der Glaswand bezeichnete, durch welchen die durch die thodenspitze gehende Kraftlinie dieselbe durchsetzte. Dieser ıkt entspricht augenscheinlich den Plückerstrahlen, der uptteil der Figur den Hittorfstrahlen.

Noch weit auffälliger beobachtete ich das Nebeneinanderkommen beider Strahlenarten bei Anwendung sehr nahe-ıender großer plattenför-ger Elektroden in der te eines sehr weiten s (Fig. 48) von welchen Kathode siebartig durch-chen, die Anode mit einer ıen Öffnung versehen war.[1]

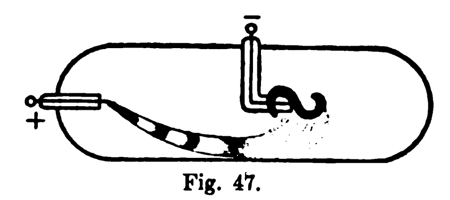


Fig. 47.

de Elektroden waren in die Glaswand eingekittet, so daß dort ne Entladung eintreten konnte. Auf der Kathodenseite des s erhielt man nur ein gelbes Kanalstrahlenbündel, welches von

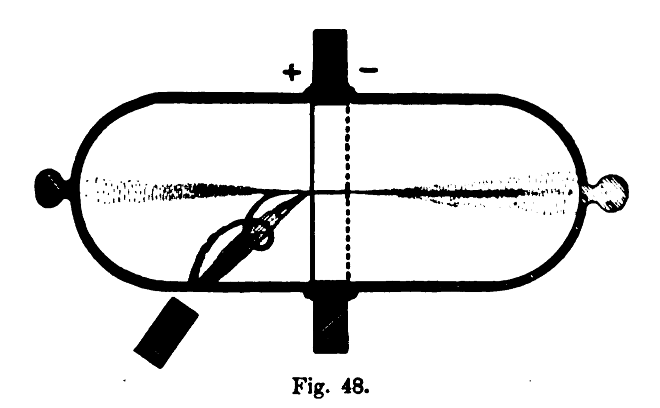


Fig. 48.

m Magneten nicht in merkbarer Weise beeinflußt wurde, auf r Anodenseite ein aus der Öffnung der Anode austretendes ündel von Gelbem Saum-Licht, in seiner Erscheinung und seinem

[1] Eine von mir in Farben ausgeführte Zeichnung findet man in Meyers onversationslexikon, 6. Aufl., Tafel zum Artikel „Elektrische Entladungen", ig. 15.

magnetischen Verhalten übereinstimmend mit dem Kanalstrahlen-bündel auf der andern Seite und daneben eine gegen den (unten in der Figur) genäherten Magneten sich hinziehende blaue Spirale aus Hittorfstrahlen, sowie eine genau den Kraftlinien folgendes, ebenfalls einen Phosphoreszenzfleck erzeugendes Bündel von Plückerstrahlen.

Das eigentümliche mit der Theorie nicht übereinstimmende Verhalten der Plückerstrahlen[1] veranlaßte mich öfters, Bedenken über die Richtigkeit der Theorie zu äußern und Versuche anderweitiger Erklärung der Erscheinungen zu machen.

Neuere Versuche von Villard[2] scheinen nun aber eine Lösung in der Weise zu bringen, daß die Plückerstrahlen überhaupt ganz andere Strahlen sind als die Hittorfstrahlen und mit denselben nur das gemein haben, daß sie in gleicher Weise Phosphoreszenz des Glases und das blaue Glimmen[3] des Gases erregen können. Er nennt die Plückerstrahlen: „Magnetokathodenstrahlen."

Daß die gewöhnlichen Kathodenstrahlen verschwinden, sobald die Magnetokathodenstrahlen auftreten, ist nach Villard durch den Spannungssturz bedingt, welchen die Magnetokathodenstrahlen verursachen, wodurch die Entladungsspannung zur Bildung der gewöhnlichen Kathodenstrahlen unzureichend wird.

Sehr wesentlich unterscheiden sich nach Villard die Magnetokathodenstrahlen von den normalen Kathodenstrahlen dadurch, daß sie keine elektrische Ladung übertragen. Traten beide nebeneinander auf in einer Röhre, welche einen Faradayschen Zylinder enthielt, der mit einem Elektroskop in Verbindung stand, und bewirkte man durch Annäherung eines Magneten, daß einmal die gewöhnlichen, ein andermal die Magnetokathodenstrahlen in den Zylinder eintraten, so zeigte im ersten Fall das Elektroskop eine Spannung von mehreren Hundert Volt, im andern Falle gar keine.

Höchst merkwürdig ist nach Villard das Verhalten der Magnetokathodenstrahlen im elektrischen Feld. Ließ man ein

---

[1] Vgl. auch Witz, Compt. rend. **110**, 1002, 1890; Paalzow u. Neesen, Wied. Ann **63**, 209, 1897; Pellat, Compt. rend. **134**, 352 u. 697, 1902.

[2] Villard, Compt. rend. **138**, 1408, 1904.

[3] Villard erhielt beide Strahlenarten nebeneinander in Sauerstoff. Das von ihnen erregte Glimmen war hier gelb.

ines Strahlenbündel zwischen Kondensatorplatten von 40 ×
0 mm Größe und 8 bis 10 mm Entfernung bei 250 bis 500 Volt
annungsdifferenz derselben durchgehen, so wurden die Strahlen
eineswegs wie gewöhnliche Kathodenstrahlen von der negativen
atte abgestoßen und von der positiven angezogen, sie erfuhren
elmehr eine Ablenkung senkrecht zur Richtung der Kraftlinien,
ähnlicher Weise wie gewöhnliche Kathodenstrahlen im Magnet-
d. Der Sinn der Ablenkung änderte sich sowohl mit der
chtung der elektrischen, wie auch mit der der magnetischen
aftlinien, welch letztere zur Bildung der Magnetokathoden-
ahlen unentbehrlich sind und dieselben gewissermaßen aus der
thode herausziehen. Ist das Magnetfeld z. B. von rechts nach
ks gerichtet, so erfolgt die Ablenkung der Strahlen für einen
obachter, wecher in der Richtung der elektrischen Kraft sieht,
Sinne der Uhrzeigerbewegung. Je schwächer das Magnetfeld,
so größer ist der Betrag der Ablenkung, d. h. um so geringer
Steifigkeit der Strahlen.

Wenn nun auch diese Ergebnisse der Untersuchungen von
lard auf eine grundsätzliche Verschiedenheit von Kathoden-
ahlen und Magnetokathodenstrahlen hinweisen, so tritt doch,
gesehen von ihrem äußerlich sehr ähnlichen Verhalten eine
rwandtschaft des Wesens dadurch hervor, daß das sog. positive
cht, welches sich bildet, wenn das Entladungsgebiet durch die
ßwände oder durch dichteres umgebendes Gas eingeschränkt
rd, im Magnetfeld bald das Verhalten der Kathodenstrahlen,
ld das der Magnetokathodenstrahlen zeigt. Plücker[1] bemerkt
rüber:

„Die positive Elektrizität ist es, die den Weg bis zur nega-
en Elektrode macht. An dieser Elektrode hat die Ausgleichung
r beiden Elektrizitäten chemische Wirkung und Wärme zur
ge, und hierin wiederum liegt wahrscheinlich der Grund zur
dung der durch die negative Elektrode gehenden magnetischen
chtfläche. . . . Dieses Licht unterscheidet sich von dem posi-
en Licht wahrscheinlich dadurch, daß es in sich zurück-
hrende Ströme[2] bildet."

[1] Plücker, Pogg. Ann. **107**, 110, 1859.

[2] Gemeint sind wohl molekulare Kreisströme analog den Ampère'schen,
lche die Spiralwindungen ersetzen.

Über das magnetische Verhalten des positiven Lichts schr
er an anderer Stelle[1]:

„Wurde eine Röhre mit ellipsoidartiger Erweiterung äq
torial in das Magnetfeld gebracht, so senkte sich im Fall
Anziehung der Lichtstrom von der Seite der positiven Elektr
her in das Ellipsoid herab und lief, immer glänzender werd
unmittelbar von den genäherten Halbankern in eine sch
begrenzte Spitze ruhig aus, während von der andern Seite
schön rote, fortwährend aufwogende Flammen sich auf das E
soid herabsenkten und über die Mitte zu den beiden Halbank
hinausschlugen. Beim K
mutieren konzentrierte
das Licht beim Eintritt
das Ellipsoid in einen g
zenden Bogen, der an
oberen Teile desselben
der Äquatorialebene sich
zog. In dem oberen Teil des Bogens, wo die Lichtkonzentration
größten war, wurden die dunkeln Intervalle immer zahlrei
und schärfer."

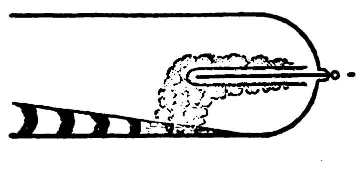


Fig. 49.

Nach Th. Meyer[2] wird bei intensiver Wirkung des M
neten das positive Licht in Form einer spitz auslaufenden Z
mit feiner Schichtung in die Richtung der magnetisc
Kraftlinien gelenkt, während der andere von der Anode k
mende Teil der positiven Lichtsäule als dunkelroter Lichtnebel
in wellenförmige Flämmchen aufgelöst endigt.

Vermutlich liegt hier eine Verwechslung von achsialer
äquatorialer Lage der Röhre vor.[3] Wenigstens beobachtete
ähnliches, wie Fig. 49 zeigt, bei äquatorialer Lage. Das posi
Licht wurde an die Wand des Rohres gedrückt und zog
von hier in flatternden, wie zerrissen aussehenden Streifen ge
die blaue Lichtscheibe hin aus, dieselbe auf beiden Seiten
deckend.

---

[1] Plücker, Pogg. Ann. **103**, 94, 1858.

[2] Th. Meyer, Beobachtungen über das geschichtete elektrische Li
Berlin, 1858, S. 23.

[3] Bei Büschelentladung (s. O. L., Elektrische Lichterscheinungen, S.
erhielt ich allerdings auch paramagnetische Ablenkung des pos. Glimmlic

Hittorf (1869) fand, daß während das negative Licht in der tialen Richtung mehrere Spiralwindungen bildet, das positive in ieser Lage höchstens eine langgestreckte zu erzeugen vermag, e zur Höhe den Abstand der Anode von den Windungen des immlichts besitzt.

„Wenn die Kathodenstrahlen sich spiralig einrollen, so folgt e erste Schicht des positiven Lichts keineswegs am Ende des gativen Strahls auf seinen Umläufen, sondern die Schicht bleibt ßerhalb der ganzen Spirale an ihrer der Anode zugewandten ite ohne mit dem im Innern liegenden Spiralenende irgend lche Berührung zu haben. Analog verhält sich jede Schicht gen die nach der negativen Seite voraufgehende Schicht des sitiven Lichts."

Goldstein (1876 und 1886) schreibt: „Ich habe gefunden, ß dieses positive Licht sich unter dem Einfluß des Magneten nz ebenso verhält wie das negative. Es ist sogar eine geringere gnetische Kraft erforderlich, um das positive Licht in die gnetischen Kurven überzuführen. . . . Nur die unmittelbare ngebung der Anode scheint unter dem Einfluß des Magneten ch durch eine eigentümliche Erscheinung ausgezeichnet zu sein. ährend der Magnet an der Kathode zur Bildung der von lücker entdeckten axialen Fläche Anlaß gibt, ruft er in ir stark verdünntem Gase an der äquatorial gestellten Anode ne äquatorial gerichtete Fläche hervor. Für eine Elektrode der wöhnlichen Form ist sie von ovalem Umriß und besteht aus ei Teilen, einem nahe elliptischen, absolut lichtlosen, die Elektrode mittelbar umgebenden Raum und aus zwei nach außen diesen umhließenden, ineinander gelagerten schraubenförmigen zierlich gewundenen Lichtkurven. Bei axialer Lage der Anode zeigt sich eselbe von einem Lichtzylinder umhüllt, den ebenfalls ein dunkler aum von der metallischen Oberfläche trennt."

Bei den schon oben (S. 47) erwähnten eigenen Beobachtungen, ei welchen eine große plattenförmige Anode Verwendung fand n Form einer direkt auf die Magnetpole aufgesetzten Messingplatte, auf welche der tubulierte Luftpumpenrezipient aufgekittet wurde, zog sich von der Kathode zu den Polen ein blauer Bogen, an welchen sich auf der einen Seite ein Gewölbe von rotem positivem Licht anschloß, das beim Wechseln der Magnetpole auf der entgegengesetzten Seite erschien (Fig. 50). Bei Drucken über 20 mm

war keine deutliche Ablenkung zu beobachten, dann erfolgte sie am stärksten da, wo positives und negatives Büschellicht zusammentreffen, vermutlich deshalb, weil dort wegen starker Erhitzung die Dichte am geringsten ist.[1]

M. Töpler vermochte bei Anwendung großer Stromstärke, d. h. bei den Übergangsformen zwischen Büschel- und Lichtbogenentladung (Büchellichtbogen) auch Ablenkung bei gewöhnlicher Luftdichte zu erhalten[2], vermutlich infolge der Bildung von magnetischem Wind, wie bei de[m] gewöhnlichen Lichtbogen.



Fig. 50.

Bei späteren Versuchen habe i[ch] beiden Elektroden große Oberfläche g[e]geben, um zu ermitteln, welche Änder[ung] die Ausgangsstellen der Entladung dur[ch] Einwirkung des Magnetfeldes erfahre[n]. Stehen die Kraftlinien senkrecht zur A[chse] der Elektroden, so bilden die Glimmstrahl[en] bei genügender Stärke des Feldes[3] zw[ei] von der Kathode, d. h. vom Dunkelraum b[is] zur Glaswand reichende blaue Zylinde[r], welche von den die Kugeloberfläche tangierenden Kraf[t]linien eingeschlossen sind. (Fig. 51, 3000 Volt, 36 Millia[mp.], Druck 0,075 mm.) Das positive Licht zieht sich von der Anode [aus] nach der Richtung der Kraftlinien in der zu diesen senkrecht[en] Ebene nach oben oder unten bis zur Glaswand und schreitet die[se] entlang als geschichtete Lichtsäule gegen die Kathode hin for[t], um sich in der Nähe derselben zu gabeln und in zwei den Glim[m]lichtzylindern aufgelagerten halbzylindrischen Schichten zu endige[n] (Fig. 52, die in Fig. 51 dargestellte Erscheinung von oben gesehe[n]).

Laufen die Kraftlinien der Achse der Elektrode parallel, so haben auch naturgemäß die beiden blauen Glimmlichtzylinder achsiale Lage und das dem Dunkelraum aufgelagerte positive Lic[ht] bildet eine Art zylindrischer Muffe, welche die beiden Glimmlichtzylinder verbindet, ohne sich aber dicht daran anzuschließen.

---

[1] O. Lehmann, Molekularphysik, Bd. II, 1889, S. 317.

[2] M. Töpler, Wied. Ann. **69**, 680, 1899.

[3] Zur Erzeugung dienten zwei Drahtrollen von ca. 60 cm Durchmesser und 900 Windungen, von Strömen bis 40 Amp. durchflossen.

Es entsteht somit ein zylindrischer Ring, welcher den dunkeln Raum umschließt und dessen Achse mit der Elektrodenachse übereinstimmt. (Fig. 53, 3300 Volt, 120 Milliamp., Druck 0,075 mm.) Die Dicke des Dunkelraumes ist da, wo dieser Ring aufliegt, erheblich größer als da, wo die Glimmlichtzylinder sich anschließen. Dort zeigt sich dagegen der gelbliche Lichtsaum stärker entwickelt; beides Kennzeichen dafür, daß die Stromintensität in der Richtung der Glimmstrahlen beträchtlich größer

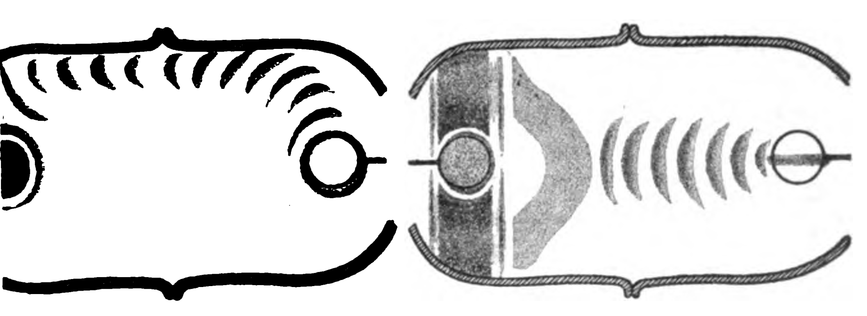


Fig 51. Fig. 52.

ist als senkrecht dazu. In allen Fällen zieht sich auch die Glimmlichthaut auf der Anode in einen Ring zusammen in der Ebene eines größten Kreises, welcher auf der Richtung der Kraftlinien senkrecht steht, gleichgültig, welche Richtung diese haben.[1]

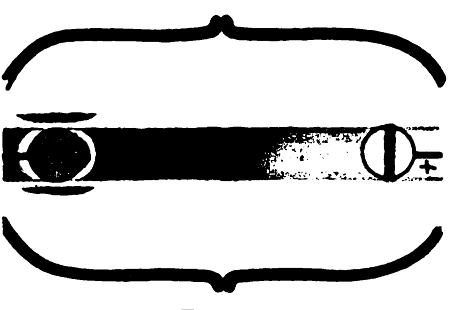


Fig. 53.

Auch bei beliebiger Richtung des magnetischen Feldes folgen die Glimmstrahlen stets den Kraftlinien, einen mehr oder minder kegelförmigen blauen Lichtkörper bildend, welchem eine entsprechend kegelförmig gestaltete positive Schicht aufgelagert ist, das Ende der von der Anode ausgehenden abgelenkten positiven Lichtsäule.

[1] Farbige Abbildungen sind gegeben in Meyers Konversationslexikon, 6. Aufl., Bd. 5, Artikel „Elektrische Entladungen“, Tafel Fig. 7, 8, 15 u. 17, Text S. 616.

Die Schichten des positiven Lichtes (Fig. 51) scheinen b der Verstärkung des äquatorialen magnetischen Feldes gewisse maßen aus der Anode herauszukommen in um so größerer Zal aber von um so geringerer Ausdehnung, je mehr die magnetisc Kraft zunimmt. Sie sind gegen die Kathoden hin konvex sch begrenzt und von bläulich-grüner Färbung, gegen die Anode h dagegen blaß rosenfarben und verwaschen. Die Stromstär nimmt mit zunehmender Feldstärke ab.

Gerade umgekehrt wirkt ein achsiales Magnetfeld. Besond auffällig gestaltete sich die Wirkung bei einem röhrenförmig Ei von 10 cm innerer Weite und 2,4 m Länge, welches bei ein Luftdruck von 0,09 mm, einer Elektrodenspannung von 1350 V



Fig 54 a.

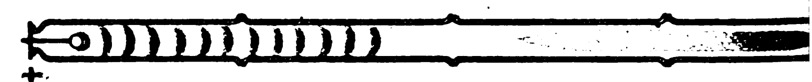


Fig. 54 b

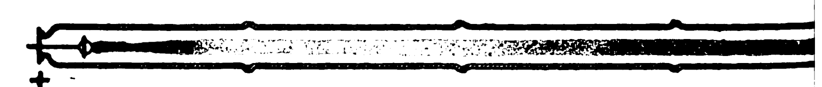


Fig. 54 c.

und 1,6 Milliamp. Stromstärke, schöne regelmäßige Schichten Abstand von 7 cm zeigte (Fig. 54 a). Wurde das achsi Magnetfeld schwach erregt, so zogen sich die Schichten geg die Anode hin zurück und verschwanden dort ohne Änderu ihres Abstandes, so daß z. B. bei 3 Milliamp. Strom der A stand der letzten von der Kathode 66 cm betrug. Bei stärke Erregung des Magnetfeldes zogen sich die Schichten ohne erhe liche Änderung der Stromstärke bis 125 cm Abstand von d Kathode zurück (Fig. 54 b) und schließlich blieb nur noch ein den Kraftlinien senkrecht stehender leuchtender Ring auf d Anode und die Glimmlichtstrahlen erstreckten sich durch d ganze Länge des Rohres, einen schlanken Kegel bildend, bis z Anode (Fig. 54 c), wobei es freilich den Anschein hatte, als b

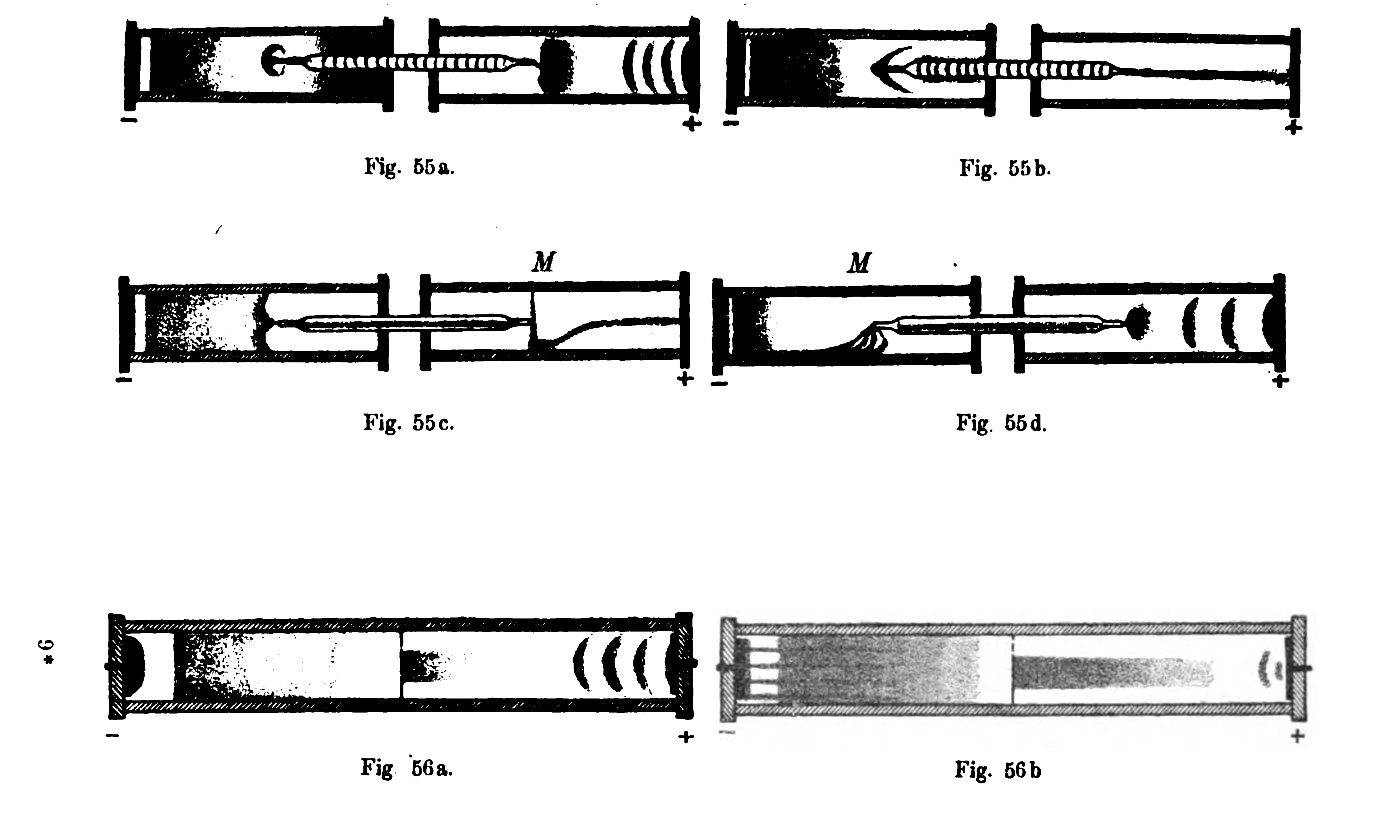


Fig. 55a.

Fig. 55b.

Fig. 55c.

Fig. 55d.

Fig. 56a.

Fig. 56b

stehe die auf der Anode aufstehende Spitze des Strahlenkegels aus positivem, kontinuierlich in das negative übergehendem Licht.[1]

Einfluß von Verengungen. Goldsteins Untersuchungen über den Einfluß von Verengungen hatten zu dem Ergebnis geführt, daß in solchen sich das positive Licht auf der der Anode zugewandten Seite vollkommen wie negatives verhält.[2] Es schien von Interesse, zu ermitteln, ob auch bei den angewandten großen Dimensionen der Gefäße diese Erscheinung noch zu beobachten sein würde.

Zunächst wurden zwei etwa 10 cm weite und 40 cm lange Röhren durch eine dritte, 2 cm weite, an den Enden in 2 mm weite Kapillaren endigende Röhre verbunden, wie die Fig. 55 a bis d zeigen. Ohne Magnetfeld hatte die Lichterscheinung das Aussehen von Fig. 55 a, bei achsialem Magnetfeld wie Fig. 55 b und bei Annäherung eines Magnetpoles *M* von der Seite her, je nachdem dieselbe an dem der Anode oder Kathode zugewandten Ende der Verbindungsröhre erfolgte, die Form von Fig. 55 c oder Fig. 55 d. Wie man sieht, verhält sich tatsächlich die gegen die Anode fortschreitende Lichtmasse wie negatives Licht.

Nunmehr wurden zwei 10 cm weite, 50 cm lange Entladungsgefäße unter Zwischenschaltung einer gläsernen, in der Mitte mit einem Porzellansieb versehenen Platte verbunden. War das Magnetfeld nicht erregt, so beobachtete man, wie Fig. 56 a andeutet, auf der Anodenseite des Porzellans negative Glimmlichtstrahlen ohne Dunkelraum. Wurde die Röhre in ein achsial verlaufendes Magnetfeld gebracht, so verlängerten sich diese Strahlen gemäß Fig. 56 b; außerdem traten noch vereinzelte den Dunkel-

---

[1] Diese Erscheinungen sprechen für Villards Auffassung, daß die Magnetokathodenstrahlen durch die magnetische Kraft gewissermaßen aus der Kathode herausgezogen werden, daß also für sie der Magnetismus ebenso die treibende Kraft ist, wie für die gewöhnlichen Kathodenstrahlen die elektrische Abstoßung seitens der Kathode. Villard schloß auf die treibende Wirkung der magnetischen Kraft aus der Verstärkung der Phosphoreszenz bei Verstärkung des Magnetfeldes.

[2] Siehe auch Reiger, Ber. d. d. phys. Ges. **3**, 122, 1905. Derselbe findet für diese von E. Wiedemann u. G. C. Schmidt (Wied. Ann. **66**. 314, 1898) Striktionskathodenstrahlen genannten Strahlen das Verhältnis der Ladung zur Masse $\frac{E}{M} = 1{,}32 \cdot 10^7$, also von gleicher Größenordnung wie bei den gewöhnlichen Kathodenstrahlen.

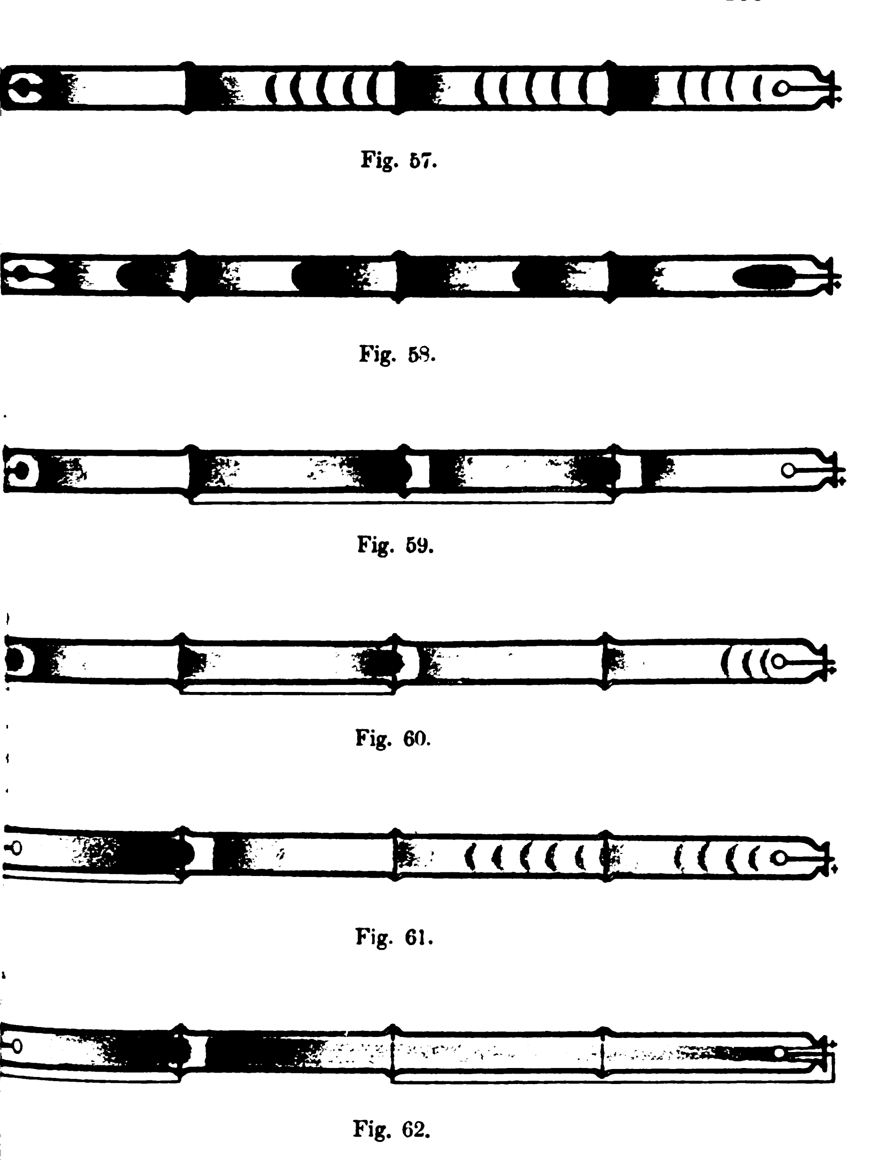


Fig. 57.

Fig. 58.

Fig. 59.

Fig. 60.

Fig. 61.

Fig. 62.

Fig. 63.

raum durchbrechende Strahlenbündel an der Kathode auf und die positive Schichtung zog sich gegen die Anode zurück.

Wurde aus vier je 10 cm weiten und 60 cm langen Röhren unter Zwischenschaltung von Blechringen mit Drahtsieben als zugängliche Sekundärelektroden ein Entladungsgefäß hergestellt, so verhielten sich die Drahtnetze, wie aus den Fig. 57 und 58 zu ersehen, wie Porzellansiebe. Auf der der Anode zugewandten Seite hatte das aus ihnen austretende Licht den Charakter des negativen Glimmlichts, doch fehlte ein Dunkelraum und der gelbe Saum, wie sie hätten auftreten müssen, wenn die Siebe sich nicht wie Isolatoren, sondern als Sekundärelektroden verhalten würden.

Wurden zwei Drahtnetze durch einen Draht miteinander verbunden, so daß sie eine zum Teil außerhalb des Rohres liegende Secundärelektrode darstellten, so wurde auch das Auftreten eines Dunkelraumes beobachtet von um so größerer Dicke, je vollkommener die leitende Verbindung zwischen den beiden Drahtnetzen war. Wurde die Verbindung nicht durch einen Draht hergestellt, sondern durch die Hände einer auf einem Isolierschemel stehenden Person, so sah man zuerst an den Rändern die Glimmlichtschicht von dem Drahtnetz unter Bildung des Dunkelraumes sich abheben (während sie in der Mitte noch am Netz zu haften schien), und zwar in um so höherem Grade, je stärker die Finger an die Diaphragmen angedrückt wurden. Mit der Bildung des Dunkelraumes traten auch der gelbliche Kathodensaum und die rückwärtige Verlängerung desselben, die Kanalstrahlen, auf.

Die Fig. 59, 60, 61, 62 und 63 zeigen mehrere solcher Fälle von Verbindung zweier Diaphragmen miteinander oder mit den Elektroden (Fig. 62, mit gleichzeitiger Erregung eines achsialen Magnetfeldes).[1]

Von besonderem Interesse ist, daß im Fall der achsialen Erregung des Magnetfeldes, wie aus Fig. 62 zu ersehen, die Glimmlichtstrahlen scheinbar ungehindert mehrere Drahtnetze durchdringen können, selbst wenn diese abgeleitet oder gar mit der Anode in Verbindung gesetzt sind. Je stärker nämlich das Magnetfeld, um so länger werden die von den Netzen ausgehenden

[1] Diese und die folgenden Figuren findet man koloriert in meiner Abhandlung „Gasentladungen in weiten Gefäßen" Ann. d. Phys. 7, 1, 1902.

Glimmlichtstrahlen auf Kosten der dunkeln Trennungsräume und des positiven Lichtes, bis schließlich die Trennungsräume vollständig verschwinden und sich die Glimmstrahlen anscheinend ohne Unterbrechung durch die Drahtnetze hindurch fortsetzen, genau dem Laufe der Kraftlinien folgend, auf sehr große Längen, selbst bei verhältnismäßig kleiner Elektrodenspannung und einem Luftdruck, bei welchem sich auch in engen Gefäßen noch keine Spur von Fluoreszenz des Glases zeigt.

Als Analogon der Röhre mit mehreren Drahtnetzschneidewänden wurde eine (gleichfalls 10 cm weite) Röhre aus drei Abteilungen von etwa 50 cm Länge hergestellt, deren Scheidewände aus Zinkblech eine runde zentrale Öffnung von 10 bzw. 5 mm Durchmesser enthielten. Beim Durchgang des Stromes zeigten sich in diesen Öffnungen, wie in Fig. 64 dargestellt ist, helle Büschel, welche auf der der Anode zugewandten Seite die Eigenschaften von negativem, auf der anderen die von positivem Glimmlicht hatten. Die Stiele in den Öffnungen waren relativ sehr dünn (etwa 1 mm bzw. $^1/_2$ mm dick) und ihre Form war augenscheinlich bestimmt durch unsichtbare, die Diaphragmenringe umgebende Dunkelräume.

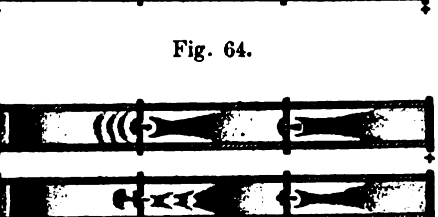


Fig. 64.

Fig. 65 u. 66.

Im magnetischen Felde zogen sich die Glimmstrahlen zu einem dünnen Büschel zusammen, welcher von einem, das in der Öffnung auftretende positive Licht umgebenden Dunkelraum auszugehen schien, wie Fig. 65 zeigt. In diesem, aus negativem Glimmlicht bestehenden Büschel zeigte sich ferner, wie Fig. 66 andeutet, zuweilen eine eigentümliche Schichtung, welche sich durch die nach vorwärts und rückwärts ausgesandten Ausläufer von der bekannten Schichtung positiven Lichtes auffallend unterscheidet.[1]

---

[1] Vgl. auch E. Wiedemann u. A. Wehnelt, Wied. Ann. **64**, p. 606. 1898; F. Braun, Wied. Ann **65**, p. 368. 1898.

Wurde ein weites Ei mit Drahtnetzdiaphragma in das magnetische Feld gebracht, so zeigte sich die Schichtung noch auffälliger. Diente das Drahtnetz als Anode und wurde das Magnetfeld nur an der Kathode erregt, so war das Aussehen der Entladung bei geringer Stärke des magnetischen Feldes wie Fig. 67 (Druck 0,0156 mm), bei größerer wie Fig. 68, und bei großer Stärke wie Fig. 69. War das Magnetfeld homogen, so erhielt man die Form Fig. 70. Wurde nur auf Seite der nicht benutzten Elektrode rechts das Magnetfeld erregt, so ergab sich Fig. 71. Wurden rechts und links entgegengesetzte Magnetfelder erregt, und zwar das Feld rechts stärker, so wurde Fig. 72 erhalten, oder wenn das Feld links sehr schwach war, Fig. 73. Wurde umgekehrt der Magnetismus links verstärkt, so resultierte Fig. 74.

Bei dem Versuch Fig. 75 war das Netz isoliert, die vorher unbenutzte Elektrode Anode und das Magnetfeld nur an der Kathode.

Bei Fig. 76 war das Feld rechts stärker und bei Fig 77 auf der linken Seite sehr schwach.

Besonders bemerkenswert ist in den beiden letzten Fällen die eigentümlich rötliche bis rotgelbe Farbe der Strahlen auf der rechten Seite, welche vollkommen an die der Kanalstrahlen erinnert.

Fig. 78 zeigt die Gestaltung der Erscheinung bei isoliertem Netz im homogenen Magnetfeld und Fig. 79 die Erscheinung unter gleichen Umständen ohne Magnetfeld. Ähnlich wie bei Anwendung eines Porzellansiebes zeigte sich an dem Drahtnetz ein Bündel von Glimmlichtstrahlen, gleichgültig ob dieses isoliert oder abgeleitet war.

Wurde das Drahtnetz selbst zur Kathode gemacht, so verlor die Anode ihr Licht vollständig und die ganze Anodenseite des Eies erschien von hellem, blauem negativem Glimmlicht erfüllt, welches durch den überall gleich dicken dunkeln Kathodenraum von dem Drahtnetz getrennt war. Die ganze andere Hälfte des Eies war von dem rötlich-gelben Licht der Kanalstrahlen erfüllt, welches genau dem des gelben Saumes auf der andern Seite entsprach (Fig. 80, 1500 Volt, 0,6 Milliamp., Druck 0,0156 mm.) Gegen einen Magneten verhielten sich diese völlig indifferent, während die Glimmstrahlen auf der anderen Seite in

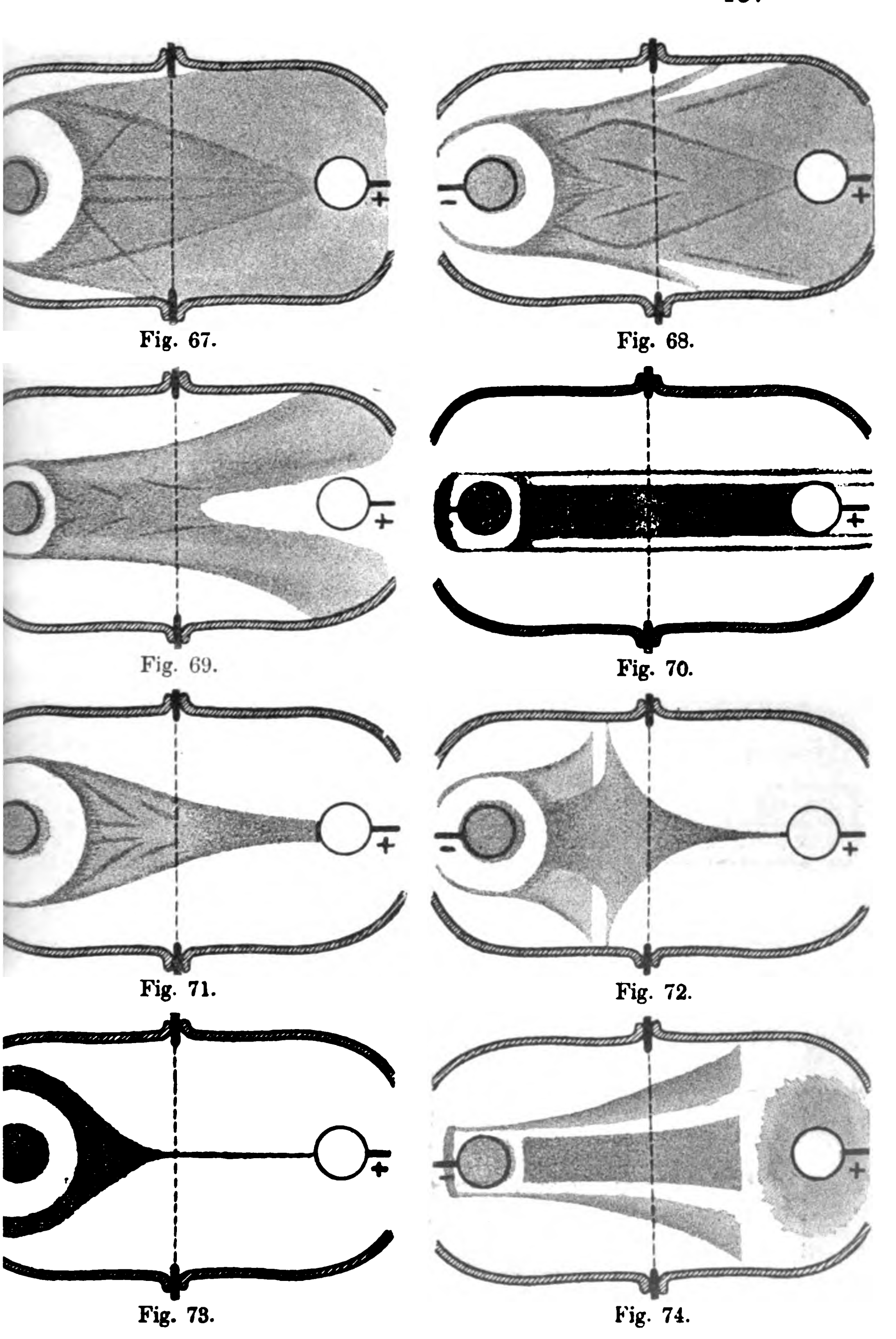


Fig. 67. Fig. 68. Fig. 69. Fig. 70. Fig. 71. Fig. 72. Fig. 73. Fig. 74.

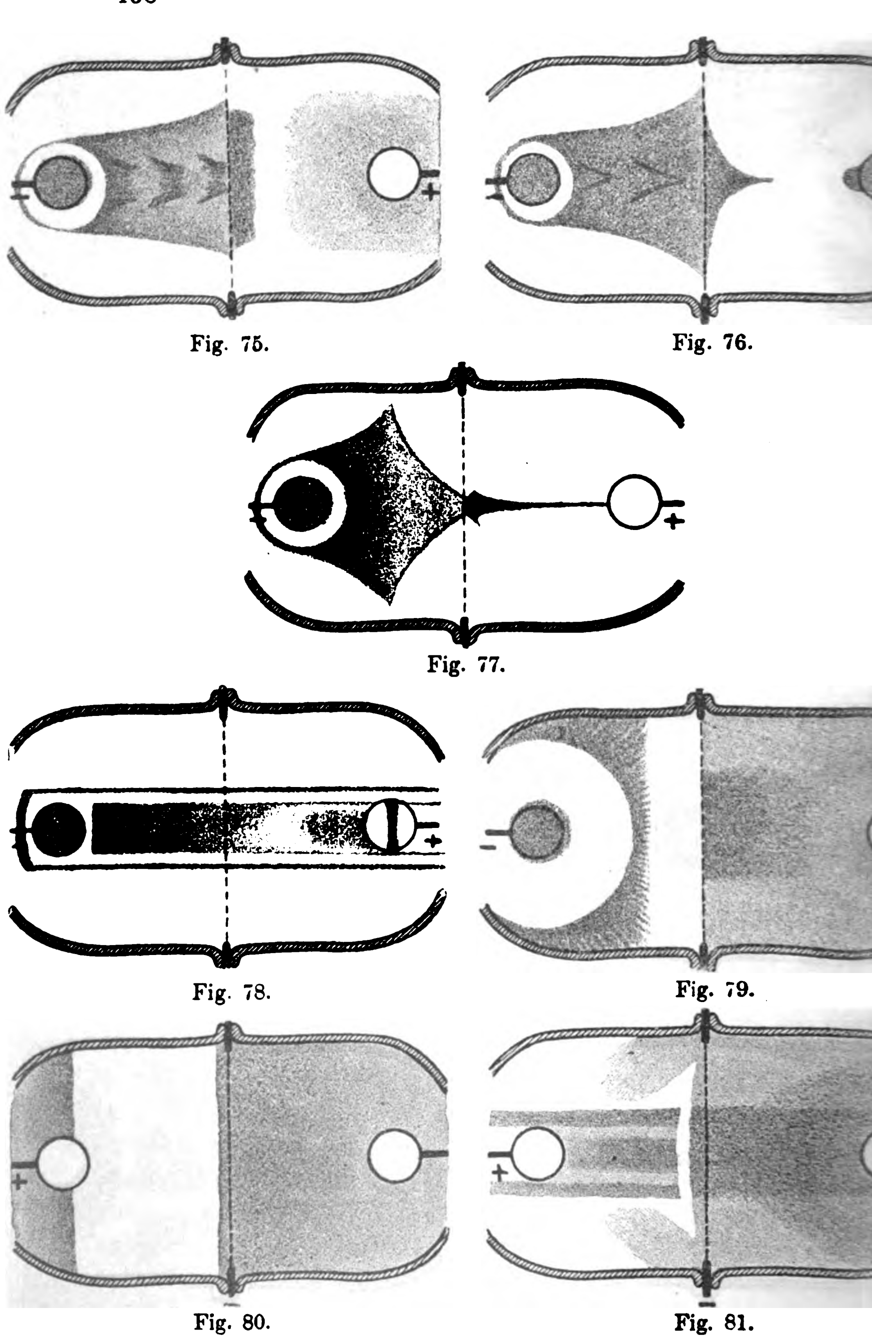


Fig. 75. Fig. 76. Fig. 77. Fig. 78. Fig. 79. Fig. 80. Fig. 81.

kannter Weise abgelenkt wurden, z. B. bei Anwendung eines ısialen Feldes entsprechend Fig. 81.

Dienten die Diaphragmen selbst als Elektroden, so trat aus Öffnung der Kathode, wie die Fig. 82 u. 83 zeigen, ein ndel Kanalstrahlen in den leeren Teil des Gefäßes. Gleiches r der Fall, wenn ein Diaphragma wie bei Fig. 84 als Sekun-elektrode funktionierte. Es wurde aber auch der Fall be-ıchtet, daß, wie bei den Fig. 85 u. 86, die positive Entladung Öffnung der Kathode in Form eines aus mehreren Schichten tehenden leuchtenden Stieles durchdrang, worauf sich der leere l der Röhre mit negativem Glimmlicht füllte. Manchmal trat ei ein regelmäßiges Alternieren dieses aus positivem und ;ativem Licht zusammengesetzten Büschels (Fig. 85) mit einem schel von Kanalstrahlen ein.

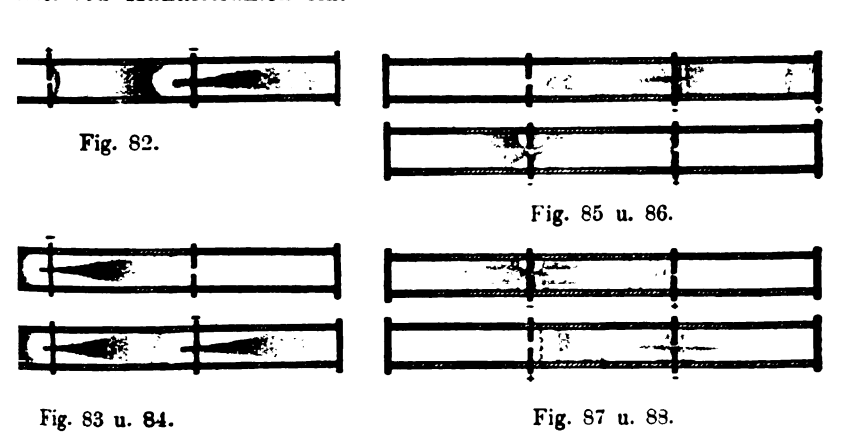


Fig. 82.

Fig. 85 u. 86.

Fig. 83 u. 84.

Fig. 87 u. 88.

Bei Erregung eines achsialen Magnetfeldes zeigten sich, wie s Fig. 87 zu erkennen, an den Enden des positiven Büschels llere Glimmlichtbündel in der Richtung der Kraftlinien. Wurde s engere Diaphragma als Kathode gewählt, so verschwand der sitive Büschel und es blieb nur ein nach beiden Seiten sich rtsetzendes Glimmstrahlenbündel übrig, welches bei Änderung s Magnetfeldes jeweils der neuen Richtung der Kraftlinien lgte (Fig. 88.)

Gegenseitige Durchdringung zweier Entladungen. t im Fall Fig. 80 sowohl die Drahtnetzscheidewand wie eine er Elektroden Kathode, die andere Elektrode Anode, so könnte

man zwei sich durchdringende Entladungen erwarten, die ein zwischen den beiden Elektroden, die andere nur zwischen Draht netz und Anode. Der Versuch ergibt, daß solche Durchdringun wirklich möglich ist. Dabei bleibt sich im allgemeinen gleic ob nur eine einzige Stromquelle benutzt wird, deren Stro

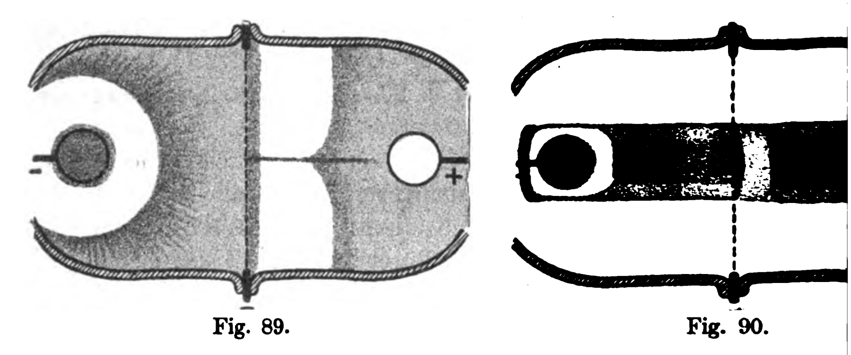


Fig. 89. Fig. 90.

im Ei sich verzweigt, oder etwa für die mit kürzerer Bahn ei Akkumulatorenbatterie, für die andere eine Influenzmaschine. M sieht die eine Entladung durch den Dunkelraum der anderen

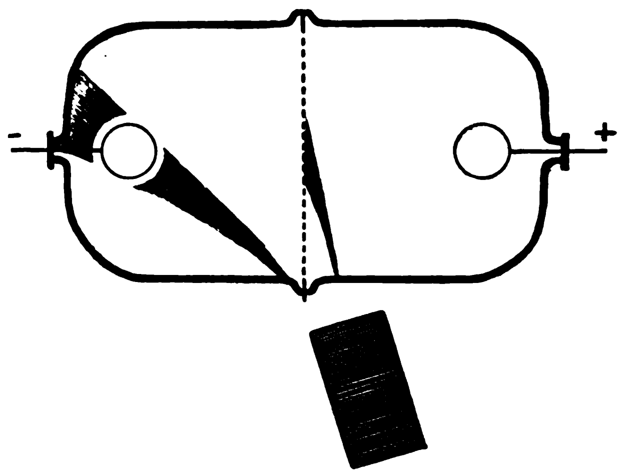


Fig. 91.

Form eines dünnen blauen Strahles durchdringen, wobei si gleichzeitig an dieser Stelle eine trichterartige Vertiefung d Grenze des Dunkelraumes bildet (Fig. 89), entsprechend de Satze, daß an Orten größerer Stromstärke die Dicke des Dunke raumes kleiner ist. Da von der Drahtnetzkathode gegen d

andere Kathode Kanalstrahlen ausgesandt werden, welche den ganzen Raum jener Hälfte des elektrischen Eies erfüllen, so sind dort gleichzeitig Glimmstrahlen und Kanalstrahlen vorhanden und das Licht der Glimmstrahlen erscheint nicht wie gewöhnlich blau, sondern gelbgrau.

Beim Erregen eines achsialen magnetischen Feldes verschwand der blaue Strahl und das Glimmstrahlenbündel hinter dem Drahtnetz bildete scheinbar die Fortsetzung der Glimmstrahlen der ersten Hälfte. (Fig. 90.) Bei seitlicher Näherung eines Magneten gestaltete sich die Erscheinung wie Fig. 91 zeigt.

Zahlreiche ähnliche Versuche wurden ausgeführt unter Benutzung der oben beschriebenen 2,4 m langen Röhre mit drei Drahtnetzscheidewänden. Die beobachteten Erscheinungen sind in den Fig. 92, 93, 94 u. 95 dargestellt. Ferner zeigen die Fig. 96, 97, 98, 99, 100 101 u. 102 Fälle, bei denen sich die über die Elektroden hinausgehenden Teile der Entladung durchdringen. Man erkennt deutlich, daß nicht nur Kanalstrahlen und Glimmstrahlen sich gegenseitig durchdringen können, sondern ebensogut Kanalstrahlen und Kanalstrahlen, sowie auch Glimmstrahlen und Glimmstrahlen, selbst wenn sie entgegengesetzte Richtung haben und außerdem ein zur Erde abgeleitetes oder mit der Anode verbundenes Drahtnetz durchdringen müssen.

Besonders interessant gestaltet sich die gegenseitige Durchdringung der Glimmlichtbündel im magnetischen Felde. Verlaufen die Kraftlinien nicht genau achsial, so tritt keine Durchdringung der Bündel ein, sondern sie laufen auf große Strecken nebeneinander her, wie wenn jedes die Anode erreichen wollte, durch welche das andere hindurch gegangen ist. An der Stelle, wo sie die Anode durchbrechen, tritt eine kleine Anhäufung von Glimmstrahlen auf, deren Farbe je nach der Intensität des magnetischen Feldes außerordentlich stark wechselt. Mit zunehmender Stärke des Feldes wurden nacheinander folgende Färbungen beobachtet: blau, violett, dunkelgrün, gelbgrün, rotgelb und gelblich weiß. Durch Verflüchtigung des Metalles läßt sich dieser auffallende Farbenwechsel nicht erklären.

Ähnlich wie bei der Röhre mit Drahtnetzscheidewänden gestaltet sich die Superposition zweier Entladungen in der Röhre

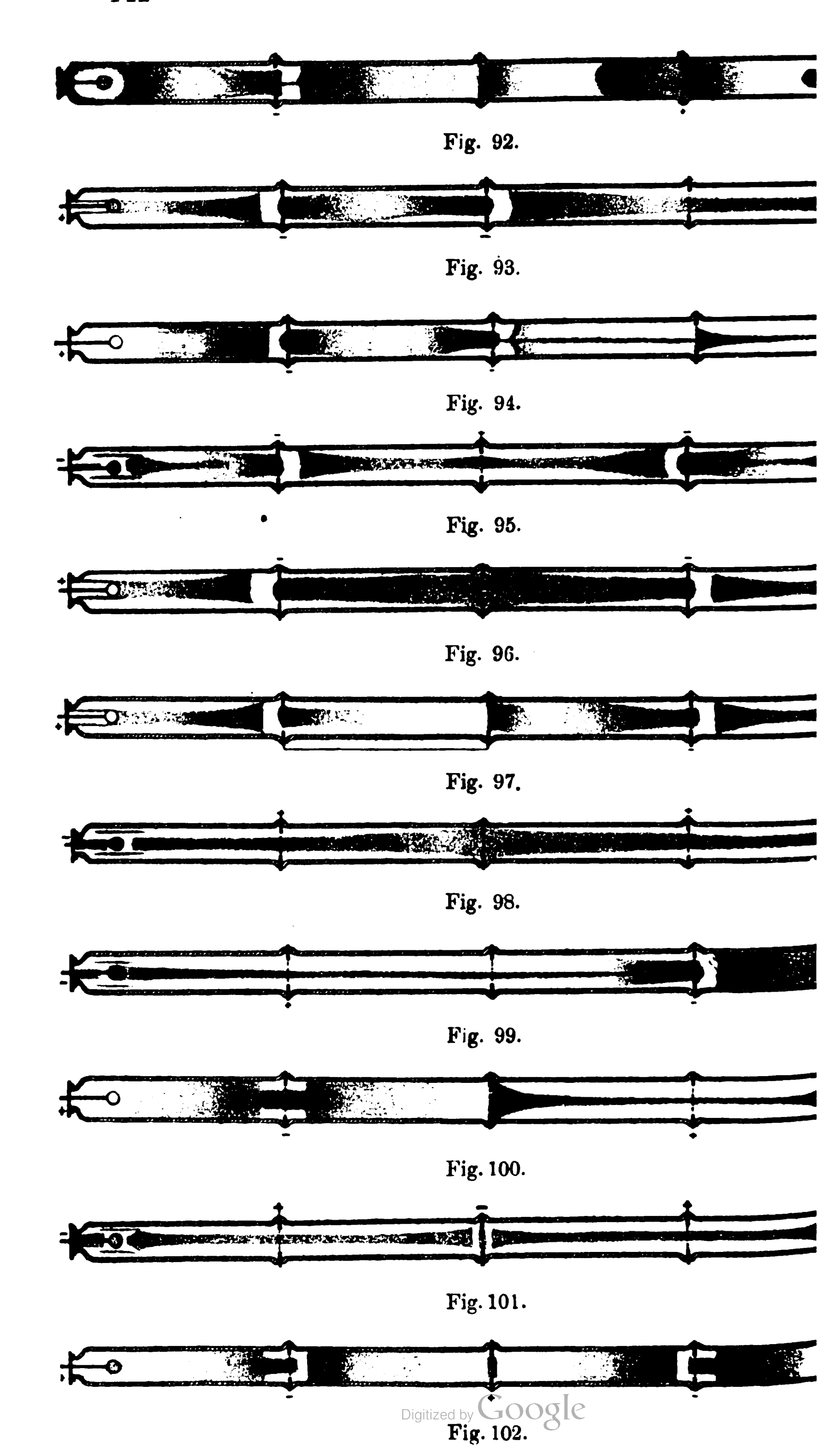


Fig. 92.
Fig. 93.
Fig. 94.
Fig. 95.
Fig. 96.
Fig. 97.
Fig. 98.
Fig. 99.
Fig. 100.
Fig. 101.

Fig. 102.

ait Diaphragma aus Zinkblech (Fig. 103a, b, c, d, 104, 105). uch hier wurden aus entgegengesetzten Richtungen in dieselbe bteilung fortschreitende Bündel von Glimmstrahlen oder Kanaltrahlen beobachtet, welche sich gegenseitig nicht zu stören hienen. Besonders auffallend war hierbei die eigentümliche, Fig. 103c dargestellte scheibenförmige Ausbreitung der Kanaltrahlen, auf welche im bstand von einigen Zenimetern eine positive ichtmasse folgte, sowie ie in Fig. 103d dargestellte chichtung eines Kanalrahlenbündels, welche der Schichtung positiven ichtes kaum zu unterheiden war. Ob vielicht wirklich positives cht den Kanalstrahlen igemischt war, ließ sich cht entscheiden, da durch mäherung eines Magten die Verteilung des immlichts auf der anren Seite der Kathode d damit die Entstehung der Kanalstrahlen gestört wurde.

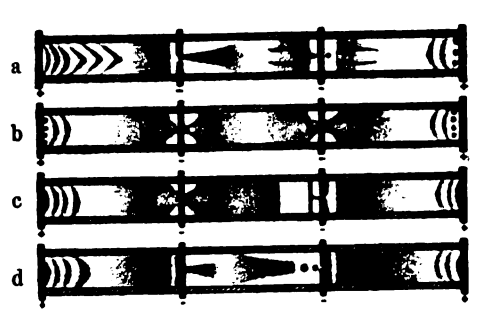
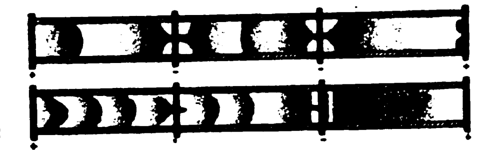


Fig. 103.


Fig. 104 u. 105.

Hohle Elektroden. Um zu erfahren, wie sich die Lichtscheinung im Innern hohler Elektroden gestalte, ließ ich ein tladungsgefäß mit einer hohlen Elektrode aus Drahtnetz von der rm eines geschlossenen Zylinders von 55 cm Länge und 8 cm urchmesser herstellen. Nur in dem Deckel des Zylinders war ne Oeffnung von 10 mm Weite angebracht. Derselbe befand sich 5 cm Abstand von der plattenartig gestalteten entgegengesetzten lektrode. Wie aus Fig. 106 zu ersehen, zog sich in das Innere s Zylinders durch die Oeffnung ein mit blauem Glimmlicht erllter Schlauch, dessen Abstand von dem Drahtsieb durch die icke des Dunkelraumes bestimmt wurde. In der Öffnung selbst schien eine positive Schicht in Form eines rötlichen Pinsels. nlich wie allgemein beim Durchgang der Entladung durch ein om Dunkelraum umgebenes Diaphragma. Wurde auf Seite des

Hohlzylinders ein achiales Magnetfeld erregt, so verkürzte s
der Schlauch, und zwar um so mehr, je größer die Feldstär
Indes kann man nicht sagen, daß einer bestimmten Feldstä
eine bestimmte Länge des Glimmlichtschlauches entspricht. D
wurde, während dem das Magnetfeld erregt war, der Strom pl
lich geschlossen, so erstreckte sich im ersten Moment
Schlauch fast bis zum Boden des Zylinders, verkür
sich aber sofort, erst sehr rasch, dann immer la
samer, um erst nach längerer Zeit seine endgültige Län
anzunehmen.

Bei größerer Feldstärke schien sich der Sack am Ende
öffnen und an dem entstehenden Rande erschien, gewisserma
als Einfassung, wie Fig. 106 andeutet, eine ringförmige posi
Schicht, der übrige Teil des Schlauches wurde enger und zei
im Innern ebenfalls eine oder mehrere positive Schichten.

Bei Erregung des Magnetfeldes an der Kathode oder
beiden Elektroden zugleich spitzte sich der Schlauch zu, wie
Fig. 106 b. u. c, zeigten. Bei Fig. 106 b wurden an der Spitze
positive Schichten sichtbar, bei 106 c zog sich ein spiralför
gewundenes Band positiven Lichtes der Oberfläche des Schlau
entlang und ein zweites auf der Grenze des Dunkelraumes a
an dem Drahtnetzzylinder. Bei Fig. 106 e haben sich diese bei
Spiralen zu Ringen zusammengezogen, deren Ebene auf
magnetischen Kraftlinien senkrecht steht.

Bei höheren Verdünnungsgraden, wenn die Dicke des Du
raumes gleich oder größer als der Abstand zwischen der An
und dem Deckel der Kathode wird, sieht man im Innern
Kathode kein Glimmlicht mehr, sondern nur ein Büschel
Kanalstrahlen, wie Fig. 74 f zeigt, welches nach der entge
gesetzten Seite in einen Stiel von negativem Saumlicht auslä
der aber nicht wie gewöhnlich gelblich, sondern bläulich
färbt ist. Das eigentliche negative blaue Glimmlicht ersche
nur auf der Rückseite der Anode.

Wird der Drahtnetzzylinder zur Anode gemacht, so erf
sich der Raum zwischen dem Deckel und dem Dunkelraum an
Kathode mit Glimmlichtstrahlen, welche namentlich bei Erregu
eines achsialen Magnetfeldes in Form eines zylindrischen Büsch
in den Zylinder eindringen und teilweise auch den Wänd
denselben entlang laufen. (Fig. 106 g).

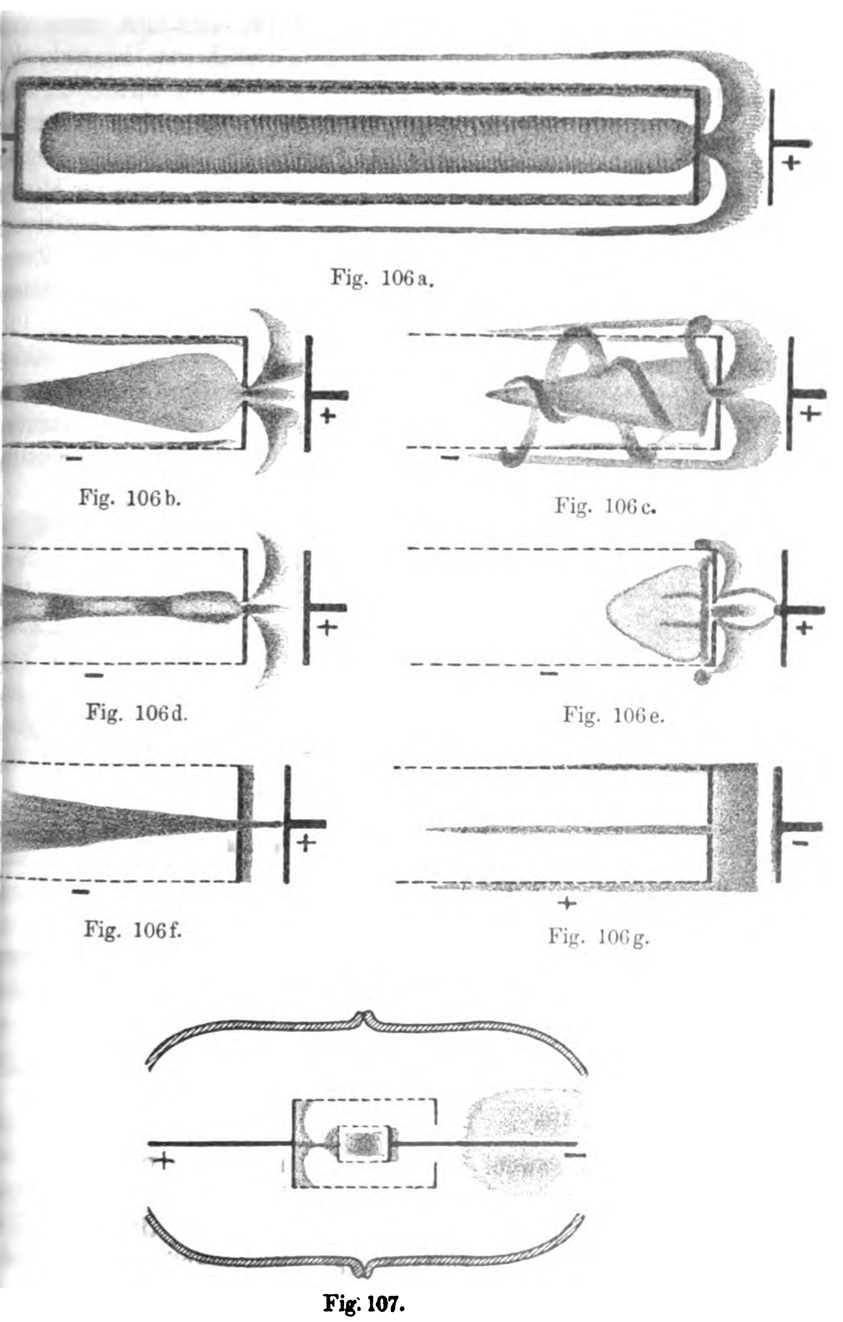


Fig. 106 a.

Fig. 106 b.

Fig. 106 c.

Fig. 106 d.

Fig. 106 e.

Fig. 106 f.

Fig. 106 g.

Fig. 107.

Konzentrische Elektroden. Noch auffälliger gestalt
sich die Erscheinung, wenn eine Drahtkorbelektrode konzentris
im Innern einer ähnlich gestalteten angeordnet war. War
innere Elektrode negativ und vollständig geschlossen, so boh
sich die Entladung durch den aus Drahtnetz bestehenden Dec
ein etwa 2 mm weites Loch, aus welchem ein intensiver bla
Strahl heraustrat (Fig. 107), der da, wo er auf den Aluminiu
boden des äußeren Zylinders auftraf, ein eigentümliches Ph
phoreszenzlicht erzeugte, aus hell gelbrot strahlenden Punk
bestehend, vergleichbar den Funken von brennendem Eisen.
Entladung kam nur schwer zu stande und war, wie das sta
vom Entladungsgefäß ausgehende rasselnde Geräusch erke
ließ, stets langsam intermittierend, obschon eine Akkumulato
batterie als Stromquelle diente. War die äußere Elektrode nega

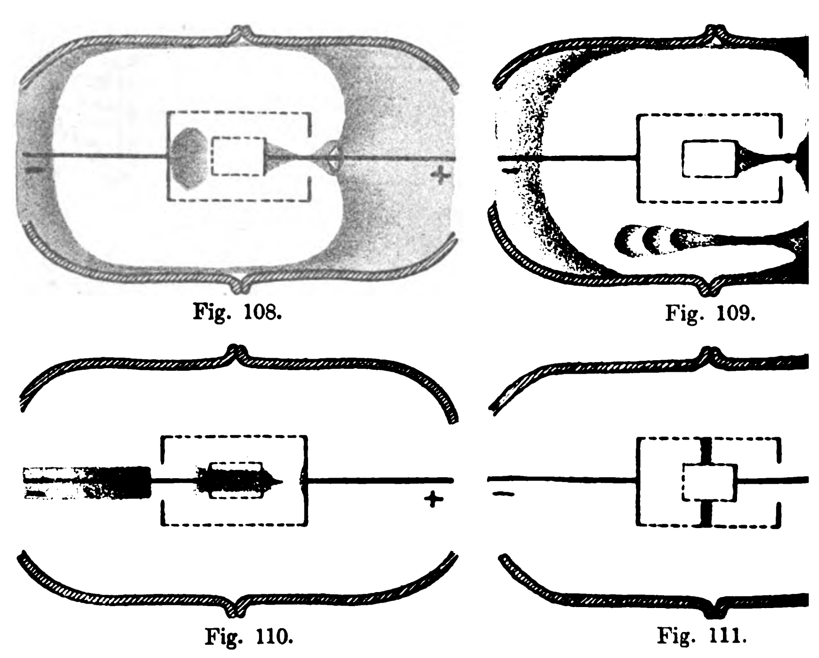


Fig. 108. Fig. 109.

Fig. 110. Fig. 111.

so bildete sich sowohl innen wie außen ein Dunkelraum aus,
aber an der inneren Bodenfläche verhältnismäßig geringere D
hatte (Fig. 108). Von dieser Stelle zog sich negatives Glimml
bis zur Anode. Der Zustand war nicht stabil, das Glimml
erlosch plötzlich und statt dessen erschien zwischen dem Dun

raum und der äußeren Glaswandung eine aus mehreren Schichten zusammengesetze Zunge aus positivem Licht, deren Lage schon durch schwache magnetische Kräfte geändert werden konnte (Fig. 109). In allen Fällen drang aus der weiten Öffnung der Kathode ein dünner, doppelkegelförmiger, geschichteter Büschel von positivem Licht hervor, dessen Form durch den die Ränder der Öffnung umkleidenden Dunkelraum bestimmt wurde, wenigstens bis zu gewissem Grade. Bei größerer Stromstärke durchsetzte allerdings, wie aus Fig. 108 zu ersehen, das positive Licht auch den Dunkelraum, doch schienen die in demselben gelegenen Teile desselben dunkler als die außerhalb, ähnlich wie auch die innerhalb des Dunkelraums verlaufenden negativen Strahlen dunkler sind als die äußeren. Die Fig. 110 u. 111 stellen die Erscheinungen bei Erregung eines achsialen Magnetfeldes dar, erstere bei innerer, letztere bei äußerer Kathode.

Stromrichtung. Der Umstand, daß sich beim Verschieben oder Drehen der Kathode (letzteres im Falle sie unsymmetrisch ist) die ganze positive Lichtsäule mit verschiebt und mit dreht ohne irgend eine Änderung der Schichten, während Verschieben und Drehen der Anode ohne jeden Einfluß ist; daß ferner bei Annäherung eines Magneten an eine positive Lichtsäule wie in Fig. 109 am linken (negativen) Ende Verschiebung der ganzen Säule bedingt, nicht aber Annäherung am rechten (positiven) Ende; weiter die von Goldstein beobachtete Ähnlichkeit im Verhalten der Glimmlichtstrahlen und der positiven Schichten und endlich die Bildung eines äquatorialen Lichtrings an der Anode im Magnetfelde weisen darauf hin, daß der Strom bei der Gasentladung im luftverdünnten Raum ein einseitiger ist,[1] daß sich aber nicht, wie Plücker angenommen hat, die positive Elektrizität zur Kathode bewegt, sondern gerade umgekehrt die negative zur Anode.

Derartige Erwägungen sowie der weitere Umstand, daß die positiven Schichten annähernd senkrecht zu den Stromlinien ver-

[1] W. Weber machte die Annahme, daß sich im elektrischen Strom die Hälfte der Elektrizität als positive im einen Sinne bewegt, die andere Hälfte als negative im andern. Nach Hittorf, F. Kohlrausch u. a. bewegen sich in elektrolytischen Stromleitern Kationen und Anionen in entgegengesetzter Richtung mit verschiedener Geschwindigkeit. Die Stromstärke ist die Summe der pro Sekunde einen Querschnitt passierenden Elektrizitätsmengen.

laufen, also die Richtung derselben leicht übersehen lassen,
bei geringer Elektrodendistanz über das negative Glimml
hinüberwandern, entsprechend einer scharfen Brechung der Str
linien an der Grenze des Glimmlichts, veranlaßte mich frü
folgenden Satz auszusprechen: „Sämtliche Lichterscheinungen
luftverdünnten Raum werden hervorgerufen durch einen Str
negativer Elektrizität,[1] welcher unbekümmert um die L
der Anode senkrecht aus der Kathode hervordringt, dessen Str
linien aber in einiger Entfernung von der Kathode außerl
des dunkeln Raumes an verschiedenen Stellen, da wo
maximale Lichtentwicklung auftritt, plötzlich ihre Richt
ändern und sich der Anode zuwenden."[2]

Das Verhalten der Magneto-Kathodenstrahlen läßt sich a
wie gezeigt, nicht ohne weiteres diesem allgemeinen Satz un
ordnen.

Nimmt man an, was nach dem vorhergehenden wahrsch
lich ist, daß auch die Magnetokathodenstrahlen Strombahnen s
obschon sich keine elektrische Ladung derselben konstatie
läßt, so muß für diese, die ja in aller Strenge dem Ver
der magnetischen Kraftlinien folgen, mindestens die Bemerk
beigefügt werden, daß sie nicht senkrecht aus der Kathode a
treten, falls nicht zufällig die Kraftlinien darauf senkrecht s

Die von Villard u. A. angenommene prinzipielle Versc
denheit der Magnetokathodenstrahlen von den gewöhnlic
Kathodenstrahlen erscheint um so merkwürdiger, als sie hinsi
lich der Erregung von negativem Glimmlicht, der Dicke
dunkeln Kathodenraums, des gelben Saums usw. sich gar ni
von den Kathodenstrahlen unterscheiden, ganz besonders al
insofern dieselbe Schicht einer positiven Lichtsäule, wenn sie s
in einer Verengung des Gefäßes bildet, auf der Anodenseite
ein Bündel von Magnetokathodenstrahlen verhält, auf der Kat
denseite wie ein Bündel gewöhnlicher Kathodenstrahlen, wie v
von den zuletzt besprochenen Versuchen ohne weiteres erkenn
lassen. Es ist schwer, sich vorzustellen die positiven Schich
seien eine Mischung von Kathodenstrahlen und Magnetokathod
strahlen.

---

[1] O. Lehmann, Flüssige Krystalle. Leipzig, W. Engelmann, 1904, S.
und: Der dunkle Kathodenraum, Verh. d. Karlsr. nat. Vereins, 15, 56, 19

[2] O Lehmann, Das Vacuum als Isolator, Boltzmann-Festschrift, 1904, 2

IV. Der Vorprozeß im Magnetfeld.

Das merkwürdigste aber ist, daß der Spannungssturz, der bei Bildung der Magnetokathodenstrahlen im achsialen Magnetfeld eintritt oder die Spannungssteigerung bei äquatorialem Feld auch schon beobachtet werden können ehe die Entladung vorhanden ist, gerade wie wenn schon vor Eintritt derselben eine unsichtbare Strömung vorhanden wäre, aber nicht eine einfache Ionenverschiebung, wie sie die elektrolytische Theorie annimmt, sondern eine in gleicher Weise wie die sichtbare Entladung in Dunkelraum, Glimmlicht, positive Lichtsäule usw. gegliederte Entladung, die auch durch die magnetische Kraft in gleicher Weise beeinflußt wird wie die sichtbare.

Die Spannungssteigerung bei Einwirkung eines äquatorialen Magnetfeldes auf die leuchtende Entladung ist längst bekannt. Schon de la Rive fand, daß man den Lichtbogen durch ein hinreichend starkes Magnetfeld zerreißen kann.

Daß der Magnetismus in gleicher Weise auch auf den Vorprozeß wirkt, geht daraus hervor, daß man nach Ebert u. E. Wiedemann (1893) den Eintritt der Entladung in einem ziemlich weit evakuierten Geißlerschen Rohr hindern kann, wenn man es mit seiner Kathode zwischen die Pole eines starken Elektromagneten bringt und diesen erregt.

Bei eigenen Untersuchungen in gleicher Richtung[1] beobachtete ich Entladungsverzüge nach dem Erlöschen der Entladung, wie sie Warburg[2] und Jaumann[3] bereits bei Entladungen in freier Luft ohne Magnetfeld gefunden hatten.

Öffnet man den erregenden Strom des Elektromagneten, so daß das magnetische Feld verschwindet, so tritt im allgemeinen die Entladung nicht wieder von selbst ein, obschon die Spannungsdifferenz der Elektroden dieselbe ist wie ursprünglich. Bei einer Röhre von 1 m Länge und 5 cm Weite trat die leuchtende Entladung bei einer Spannungsdifferenz der Elektroden von 1500 Volt ein, worauf die Spannung infolge des inneren Widerstandes der Batterie und des zugeschalteten Wasserwiderstandes[4] auf

[1] O. Lehmann, Wied. Ann. **56**, 320, 1895.
[2] Warburg, Pogg. Ann. **145**. 595, 1872.
[3] Jaumann, Sitzb. d. Wien. Akad. **104**, (2a), 7, 1895.
[4] Nach Hittorf ändert sich auch die Leitungsfähigkeit des Gases.

1100 Volt zurückging. Wurde nun die Entladung magnetisch „ausgeblasen", so stieg das Elektrometer der elektromotorischen Kraft der Batterie gemäß sofort wieder auf 1500 Volt. Das Rohr blieb aber dunkel, ja es konnte durch stetige Erhöhung der Spannung unter Vermeidung von Funkenbildung (durch Verstärkung des Magnetisierungsstromes der stromliefernden Hochspannungsdynamomaschine, welche mit einem Hochspannungsakkumulator in Serie geschaltet war) die Spannung bis zu 3000 Volt, also auf das Doppelte erhöht werden, ohne daß die Entladung von neuem einsetzte. Sie trat aber sofort ein, falls etwa die Spannung durch den Zellenschalter der Akkumulatorenbatterie, wobei kleine Fünkchen entstanden, reguliert wurde, oder wenn in der Nähe des Rohres eine Leydener Flasche entladen wurde. Ebenso wurde die Entladung mit Sicherheit durch einen Funken am Kollektor der Maschine eingeleitet, zuweilen auch entstand sie nach einigen Minuten, auch wohl erst nach einer halben oder ganzen Stunde von selbst ohne bemerkbare Ursache. Da sich Funken am Kollektor der Maschine nicht ganz vermeiden ließen, waren genaue Beobachtungen hierüber nicht möglich.

Wurde das Rohr mit äußeren Belegungen versehen, so trat im Moment des Ausblasens der Entladung eine starke Elektrisierung derselben ein, welche deutlich erkennen ließ, daß nach Aufhören der leuchtenden Entladung noch konvektive stattfand, durch welche die Wandungen des Rohres stark geladen wurden. Diese Anhäufung von Elektrizität auf den Rohrwänden ist jedenfalls eine Ursache, welche das Widereintreten der Entladung nach Entfernung des magnetischen Feldes hindert.

Daß daneben noch eine zweite Ursache vorhanden sein muß, welche den Eintritt der Entladung hindert, folgt daraus, daß der Entladungsverzug, wenn auch in bedeutend geringerem Maße, auch bei Anwendung von Wechselstrom von 100 Polwechseln pro Sekunde zu beobachten ist. In solchem Falle betrug die mittlere Spannungsdifferenz der Elektroden beim Durchgang der leuchtenden Entladung ca. 500 Volt, somit die maximale 550 . 5,14 = 2750 Volt. Beim Auslöschen der Entladung mittels des Magneten stieg die Spannungsdifferenz auf 520 Volt im Mittel, somit 2673 Volt maximal, und konnte auf dieser Höhe auch nach Verschwinden des elektrischen Feldes längere Zeit erhalten bleiben, bis schließlich ohne ersichtliche äußere Veranlassung die Ent-

ladung wieder einsetzte und damit die maximale Spannung auf 2570 Volt zurückging.

Bei Hochfrequenzströmen konnte ich einen deutlichen Entladungsverzug nicht beobachten, selbst dann nicht, wenn das (eine Elektrode enthaltende) Ende des Rohres zwischen die Pole des Magneten gestellt wurde.

Warburg[1] beobachtete zuerst, daß ein Magnetfeld die Entladung nicht nur erschweren, sondern auch begünstigen kann, wenn nämlich die Kraftlinien achsial verlaufen.

Bei meinen Untersuchungen über Entladungen in weiten Gefäßen fand ich dies bestätigt.[2]

Wurden die Elektroden in einem weiten Ei ohne nennenswerten Widerstand mit dem nahe bis zur Entladungsspannung geladenen Kondensator in Verbindung gebracht, so zuckte ab und zu in unregelmäßigen Intervallen ein fahler Lichtschein durch das Gefäß, schwachem Wetterleuchten vergleichbar, um sofort wieder zu verschwinden. Bei Erregung eines achsialen Magnetfeldes setzte sofort helleuchtende dauernde Entladung ein von weit größerer Stromstärke.

Wurde das Magnetfeld so erregt, daß die Kraftlinien senkrecht zur Achse der Elektroden standen, so wurden nicht nur vorhandene leuchtende Entladungen ausgelöscht, sondern auch das Zustandekommen derselben verhindert, und zwar nicht nur so lange der Magnetismus andauerte, sondern auch, wie ich schon früher beobachtete,[3] nach Verschwinden desselben. Bei einem 2,4 m langen, 10 cm weiten Rohre, dessen Elektroden mit einem 8-Mikrofarad-Kondensator und einer Akkumulatorenbatterie verbunden waren, traten beim Erregen eines achsialen Magnetfeldes in rascher Folge blendend weiße Funkenentladungen hervor, welche sofort wieder verschwanden oder ruhiger Glimmentladung Platz machten, sobald die Stärke des Magnetfeldes vermindert oder auch über eine gewisse Grenze gesteigert wurde.

Die Begünstigung der Entladung durch ein achsial verlaufendes Magnetfeld hat nämlich ihre Grenzen. Steigt die Feldstärke über ein bestimmtes Maximum, so wird die Entladung entweder

---

[1] Warburg, Sitzb. d. Berl. Akad. **10**, 128, 1897. Siehe auch Paalzow u. Neesen, Wied. Ann. **63**, 209, 1897.

[2] O Lehmann, Ann. d. Phys **7**, 6, 1902.

[3] O. Lehmann, Wied. Ann. **56**, 321, 1895.

völlig ausgelöscht oder wenigstens die Stromstärke plötzlich stark reduziert. Als Ursache darf man wohl betrachten, daß, wenn auch der Teil der Strombahn, welcher durch die Glimmlichtstrahlen dargestellt wird, mit den Kraftlinien zusammenfällt, also keine Ablenkung erleiden kann, doch der unsichtbare positive Strom, welcher nahezu rechtwinklig aus der Oberfläche des Glimmlichtzylinders austritt, sich in Spiralen um den Glimmlichtzylinder hinzieht und schließlich senkrecht in den Glimmlichtring auf der Anode eintritt, also auch rechtwinklig zu den Kraftlinien verläuft, stark beeinflußt wird und schließlich ebenso unterbrochen werden muß, wie eine sichtbare positive Lichtsäule welche senkrecht zu den Kraftlinien verläuft.

Höchst merkwürdig ist nun aber, daß auch dann, wenn die Spannung zur Erzeugung der Entladung bei weitem nicht zureicht, also sicher kein Entladungsverzug vorliegt, dieselbe durch ein achsiales Magnetfeld doch hervorgerufen werden kann.[1]

Bei 0,04 mm Druck erniedrigte sich bei Erregung der das elektrische Ei umgebenden Magnetspulen von ca. 2000 Windungen mit 1 Ampere Magnetisierungsstrom die Entladungsspannung von ca. 500 auf 470 Volt, sowohl für positive wie für negative Ladung, bei 0,008 mm von 2200 Volt auf 1000 Volt, ja sogar in vereinzelten Fällen bis zu 400 Volt bei positiver Ladung und 900 bei negativer. Bei diesen sehr niedrigen Drucken kann man also die Ladung der Kugel durch Erregen des Magnetfeldes sofort bis auf einen (für positive Elektrizität kleinen, für negative großen) Rest zum Verschwinden bringen, selbst wenn beispielsweise die Spannung nur 400 Volt beträgt, statt der normalen Entladungsspannung von 2200 Volt.

Mit Erhöhung der Stromstärke J in den Magnetisierungsrollen wächst in manchen Fällen die Erniedrigung der Grenzspannung E (zuweilen ruckweise).[2]

Wird die Elektrode dauernd mit einer Stromquelle von e Volt Spannung verbunden, so bewirkt Erhöhung der Stärke des Magnetisierungsstromes J Erhöhung der Stärke des Entladungsstromes i bis zu einem Maximum und sodann Verminderung desselben. Mit Beseitigung des Magnetisierungsstromes ver-

[1] O. Lehmann, Boltzmann—Festschrift, 1904, 292.

[2] Vergl. O. Lehmann, Die elektrischen Lichterscheinungen oder Entladungen. Halle, 1898, S. 160 u. 386.

schwand in der Regel auch der Entladungsstrom, andernfalls blieb ein schwächerer Reststrom. Dieses Verhalten entspricht ganz dem Einfluß des Magnetismus auf schon vorhandene Entladung. Beispielsweise war beim Druck 0,04 mm und der Spannung —470 Volt die Stromstärke ohne magnetisches Feld = 0,00015 Ampere, die Dicke des Dunkelraums = 10 cm, bei $J = 1$ Ampere, $i = 0,0006$ Ampere (Dunkelraum 4 cm) und bei $J = 8$ Ampere erlosch die Entladung, nachdem der Dunkelraum auf 25 cm zusammengeschrumpft war.

Da der Spannungssturz bei Erregung eines achsialen Magnetfeldes darauf beruht, daß die Glimmlichtstrahlen alle die Richtung von der Kathode zur Anode erhalten und dieser Spannungssturz, wie aus den mitgeteilten Beobachtungen hervorgeht, auch dann eintritt, wenn die Spannung beträchtlich niedriger ist als die Entladungsspannung, also überhaupt keine Glimmlichtstrahlen vorhanden sind, so müßte nach Villards Ansicht angenommen werden, daß das Magnetfeld zunächst unsichtbare Magnetokathodenstrahlen erzeugt, d. h. Strahlen, welche keine Elektrizität mit sich führen und daß diese sodann die Entladungsspannung herabsetzen.

Nach der elektrolytischen Entladungstheorie müßte die vermutete, aber nicht erwiesene Jonenbewegung*) vor Eintritt der Entladung durch ein achsiales Magnetfeld bis zur Jonenbildung durch Jonenstoß beschleunigt werden, wofür sich aber kein Grund erkennen läßt, da die elektrodynamische Kraft auf Teilchen, die sich in der Richtung der magnetischen Kraftlinien bewegen, gleich Null ist und schräg austretende lediglich gezwungen werden Spiralen zu beschreiben. Auch in einem Elektrolyten wird die Jonenbewegung d. h. die Stromstärke durch ein der Stromrichtung paralleles Magnetfeld nicht beeinflußt.

Anscheinend ist hier eine Lücke in unserer Kenntnis der Wirkung elektrischer und magnetischer Kräfte vorhanden, welche auszufüllen der Zukunft überlassen werden muß.

---

*) Anmerkung bei der Korrektur. Herr Dr. Sieveking ist zur Zeit in meinem Institut damit beschäftigt unter Anwendung feinerer Hilfsmittel und besserer Methoden die Existenz eines solchen Stroms zu prüfen. Er erzielte vor kurzem das positive Ergebnis, daß der Strom nicht existiert.

Darwinistische Probleme in der griechischen Philosophie.

Von Dr. Walther May.

Die großen biologischen Probleme, die Darwin durch seine Selektionstheorie zu lösen versuchte, waren von zweierlei Art. Einmal kam es ihm darauf an, zu zeigen, wie die ungeheure Mannigfaltigkeit der organischen Formen auf unserer Erde entstanden ist, zum andern wollte er erklären, warum diese Formen zweckmäßig eingerichtet sind. Das Speziesproblem und das teleologische Problem waren die Angelpunkte seines Denkens. Sie sind durch ihn in den Mittelpunkt der biologischen Spekulation unserer Zeit gerückt worden und können deshalb schlechtweg als darwinistische Probleme bezeichnet werden.

An sich sind diese Probleme uralt, so alt wie das menschliche Denken überhaupt. Sie treten uns bereits in den Schöpfungsmythen der alten Inder, Ägypter, Babylonier und Israeliten entgegen und spielen eine bedeutungsvolle Rolle in den naturphilosophischen Spekulationen der Griechen. Hier den wechselnden Versuchen ihrer Lösung zu folgen, soll die Aufgabe dieser Abhandlung sein.

Unter den älteren jonischen Naturphilosophen des siebenten und sechsten Jahrhunderts v. Chr. war es Anaximander, der den Ursprung der Lebewesen in den Kreis seiner Betrachtungen zog. Nach seiner Ansicht haben sich die Tiere durch den Einfluß der Sonnenwärme aus dem im Wasser enthaltenen Schlamm gebildet. Die Landtiere steckten anfangs in einer fischähnlichen, stachlichen Hülle, die sie abwarfen, als sie weit genug entwickelt waren, um sich auf dem Lande fortzuhelfen. Auch der Mensch konnte davon keine Ausnahme machen, denn er bedarf nach seiner Geburt viel zu lange der elterlichen Pflege, als daß seine elternlosen Stammformen sich ohne besondere Schutzorgane hätten erhalten können.

Man hat in dieser Lehre Anaximanders einen Anklang an

die heutige Entwicklungstheorie finden wollen. Gegen diese Auffassung ist aber mit einem gewissen Recht eingewendet worden, daß wir es bei dem jonischen Philosophen nicht mit einer eigentlichen Verwandlung verschiedener Tierarten ineinander, sondern nur mit der Entpuppung eines höheren Zustandes derselben Art zu tun haben. Der Mensch z. B. hat sich nicht aus einem wirklichen Fisch entwickelt, sondern war von Anfang an Mensch, nur umgeben von einer fischförmigen Hülle, aus der er herauskroch, als er ihres Schutzes nicht mehr bedurfte.

Von andern Gesichtspunkten aus hat man den Philosophen Heraklit von Ephesos als den Vater des Entwicklungsgedankens, ja als den ersten Vertreter einer darwinistischen Naturauffassung bezeichnet. Heraklit sah im Werden, in der beständigen Veränderung, Verwandlung und Entwicklung das Wesen der Dinge. Alles ist nach ihm in unaufhörlichem Flusse begriffen, nichts Bleibendes existiert, das Beharrliche ist nur Täuschung unserer Sinne. Jede Veränderung aber ist ein Übergang von einem Zustand in einen entgegengesetzten, alles Werden ein beständiger Wechsel entgegengesetzter Zustände, jedes Ding das Produkt zweier Gegensätze, zwischen denen es in der Mitte steht. Daher entspringt alles aus der Entzweiung, aus dem Kampf des einen Zustandes gegen den andern. Der Streit ist der Vater und Herr aller Dinge, das Recht und die Ordnung der Welt.

Diese Sätze Heraklits hat man in Parallele gestellt zu der Lehre Darwins, nach der der Kampf ums Dasein die treibende Kraft der Artentwicklung ist. Und wenn man den Vergleich nicht besonders streng faßt, so kann man Heraklit in der Tat als den Vater einer darwinistischen Naturauffassung im weitesten Sinne des Wortes bezeichnen. Doch darf man dabei nicht übersehen, daß Heraklit an eine spezielle Anwendung seines Prinzips auf die Entstehung der Lebewesen noch nicht gedacht hat. Wir finden bei ihm ebensowenig biogenetische Spekulationen wie bei seinem Zeitgenossen Pythagoras.

Den äußersten Gegensatz zur Philosophie Heraklits stellt die Lehre der eleatischen Schule des sechsten und fünften Jahrhunderts v. Chr. dar. Nicht das Werden, sondern das Sein ist nach ihr das Wesen der Dinge, alles Werden, alle Bewegung und Entwicklung ist nur Täuschung der Sinne. Doch hat der Begründer der eleatischen Schule, Xenophanes von Kolophon, diese

Lehre noch nicht in ihrem Extrem vertreten. Er stellte zwar den Satz auf: „alles bleibt sich gleich", bezog ihn aber wesentlich nur auf die Regelmäßigkeit des Weltlaufs und die Unveränderlichkeit des Weltganzen, während er die Veränderung des Einzelnen und Irdischen nicht leugnete. So schloß er aus den mitten im Lande und auf Bergen beobachteten Versteinerungen auf einen periodischen Wechsel zwischen einem flüssigen und einem festen Zustand des Erdkörpers. Beim Übergang aus dem festen in den flüssigen Zustand sollte das Menschengeschlecht mit seinen Wohnsitzen im Wasser versinken und bei der Wiederherstellung des Landes jedesmal von neuem aus dem Erdschlamm entstehen, eine Ansicht, die etwas an die berühmte Katastrophenlehre Cuviers erinnert.

Während Xenophanes die Veränderung der Dinge noch nicht vollständig leugnete, zog Parmenides die äußersten Konsequenzen der eleatischen Lehre. Trotzdem finden wir aber auch bei ihm Vorstellungen über die Entstehung der Dinge. Im zweiten Teil seines Lehrgedichts sucht er zu zeigen, welche Weltansicht sich ergeben würde, wenn man sich auf den Boden der gewöhnlichen Meinung von der Realität der Veränderungen stellt. Die erste Entstehung des Menschen müsse man sich dann als eine durch die Sonnenwärme verursachte Hervorbildung aus dem Erdschlamm vorstellen.

Eine Vermittlung zwischen den erwähnten Auffassungen Heraklits und der Eleaten bahnten die jüngern Naturphilosophen des fünften Jahrhunderts v. Chr. an. Sie leugneten mit den Eleaten die Existenz qualitativer Veränderungen, nahmen aber solche von quantitativer Natur an, indem sie alle Erscheinungen auf die Verbindung oder Trennung verschiedener Urstoffe zurückführten. Empedokles von Agrigent sah diese Urstoffe in den vier Elementen Wasser, Feuer, Luft und Erde, Anaxagoras in zahllosen qualitativ verschiedenen Samen, Leukipp und Demokrit in den nur quantitativ verschiedenen Atomen. Unter diesen Philosophen hat Empedokles für uns ein besonderes Interesse, weil er den ersten Versuch machte, die Zweckmäßigkeit der organischen Wesen rein mechanisch durch blind wirkende Kräfte zu erklären, so daß seine Lehre im gewissen Sinne als eine Vorahnung des Darwinschen Selektions- oder Zuchtwahlprinzips bezeichnet werden kann.

Die organischen Wesen entstanden nach Empedokles aus

dem Erdschlamm, zuerst die Pflanzen, dann die Tiere. Der heutigen Tierwelt ging eine Reihe unvollkommener Bildungen voraus. Zunächst sproßten einzelne Körperteile, einzelne Köpfe Arme, Augen und Beine aus dem Boden hervor und wurden durch die anziehende Kraft der Liebe ganz ohne Rücksicht auf Ziel und Zweck zusammengefügt. Dadurch bildeten sich höchst abenteuerliche Geschöpfe: Stiere mit Menschenköpfen, Menschen mit Stierköpfen, Tiere mit zwei Häuptern und doppelter Brust, doppelgeschlechtige Wesen und andere Mißgeburten. Diese vermochten sich aber nicht zu erhalten, sondern gingen an ihren unzweckmäßigen Einrichtungen zugrunde. Erst später entstanden organische Wesen, die sich erhalten und fortpflanzen konnten. Aber auch diese wurden nicht auf einmal fertig gebildet. Bei der Entstehung des Menschen z. B. warf das unterirdische Feuer zuerst unförmliche Klumpen aus Erde und Wasser empor, ohne Gliedmaßen, Geschlechtscharaktere und Sprache. Erst später gliederten sie sich und nahmen menschliche Gestalt an. Von den beiden Geschlechtern des Menschen entstanden die Männer als wärmere Naturen in den südlichen, die Weiber als kältere Naturen in den nördlichen Gegenden der Erde.

In diesen Lehren des Empedokles ist der Gedanke enthalten, daß die blinden Naturkräfte sowohl Zweckmäßiges als Unzweckmäßiges hervorbringen, daß aber nur das Zweckmäßige erhaltungs- und lebensfähig ist. Die Zweckmäßigkeit der organischen Wesen ist nach Empedokles nicht das Resultat einer Absicht, sondern die notwendige Folge davon, daß alles nicht Zweckmäßige zugrunde geht. Diese mechanische Erklärung der organischen Zweckmäßigkeit hat Darwin in seiner Selektionstheorie erneuert, indem er annimmt, daß der Kampf ums Dasein stets die ungünstigen Variationen ausmerzt und nur die günstigen am Leben läßt. Der Unterschied zwischen der darwinschen und der empedokleischen Auffassung besteht nur darin, daß Darwin Zweckmäßiges und Unzweckmäßiges gleichzeitig entstehen läßt, so daß eine Auswahl stattfinden kann, während Empedokles eine unzweckmäßige Tierwelt einer zweckmäßigen vorausgehen läßt. Beiden gemeinsam ist aber die Annahme, daß durch die blinden Naturkräfte sowohl Zweckmäßiges als Unzweckmäßiges entsteht und nur das Zweckmäßige sich erhält.

Wie Empedokles von Agrigent, so huldigten auch die Ato-

mistiker Leukipp und Demokrit einer mechanischen Naturauffassung. Sie kommt vor allem zum Ausdruck in dem Lehrsatz des Demokrit: „Nichts geschieht zufällig, sondern alles aus einem Grunde und mit Notwendigkeit.“ Die Atome Demokrits bewegen sich ausschließlich durch die blind wirkende Kraft der Schwere und nicht durch einen zwecktätig wirkenden Geist. Eine spezielle Anwendung seiner mechanischen Prinzipien auf die Erklärung der organischen Zweckmäßigkeit scheint jedoch Demokrit nicht versucht zu haben, wenigstens ist uns darüber nichts überliefert worden. Doch kannte er die zweckvolle Einrichtung der organischen Wesen und bewunderte sie besonders im menschlichen Körperbau. Er beschreibt nicht nur die Organe des Menschen nach Lage und Bau, sondern berücksichtigt auch ihre Bedeutung für das Leben des Menschen und hebt besonders bei den Sinnes- und Sprachwerkzeugen hervor, wie passend sie für ihre Tätigkeit eingerichtet sind. In biogenetischer Hinsicht lehrte auch er die Entstehung der Tiere und Menschen aus dem Erdschlamm.

Während Empedokles und die Atomistiker den Mechanismus verkündeten, vertrat ihr Zeitgenosse Anaxagoras die Teleologie. Die Elemente der Welt sind nach ihm unzählige qualitativ und quantitativ verschiedene Ursamen, denen ein bewußter intelligenter Geist, der Nus, gegenübersteht, der alles zweckmäßig gestaltet. Allerdings hat Anaxagoras den teleologischen Gedanken nur in Ausnahmefällen zur Erklärung der Einzelerscheinungen angewendet. Daher war Sokrates, wie wir aus Platos Phädo erfahren, entäuscht, als er das Buch des Anaxagoras las. Es hatte ihm jemand aus diesem Buche vorgelesen, daß die Vernunft die Ursache aller Dinge sei, und er freute sich, einen Lehrer gefunden zu haben, der ihm sagen werde, aus welchem vernünftigen Grunde die Erde flach oder rund sei und in der Mitte der Welt stehe und warum Sonne, Mond und Sterne ihre Geschwindigkeiten und Umwälzungen gerade so und nicht anders besitzen. Er wurde aber von dieser Hoffnung zurückgebracht, als er das Buch selbst las und sah, wie der Mann mit der Vernunft gar nichts anfing, sondern nur Luft, Äther und Wasser, also mechanische Kräfte zur Erklärung anführte. Und ebenso wie Sokrates macht Aristoteles dem Anaxagoras zum Vorwurf, daß er zwar den Geist als letzten Grund der Dinge setze, ihn aber nur als deus ex machina zu Hilfe nehme, d. h.

nur da, wo er die physikalischen Ursachen einer Erscheinung nicht anzugeben wisse.

In der Tat erklärt Anaxagoras die erste Entstehung der Lebewesen rein mechanisch. Tiere und Pflanzen gingen nach ihm aus dem Erdschlamm hervor, der durch Keime befruchtet wurde. Die Keime der gleich den Tieren beseelten Pflanzen kamen aus der Luft, die Keime der Tiere aus dem Äther. Die zweckmäßige Einrichtung der Organismen jedoch führt Anaxagoras auf sein teleologisches Prinzip zurück, auf die unmittelbare Gegenwart des Geistes. „In allem sind Teile von allem,“ sagt er, „außer dem Geist, in einigem aber ist auch der Geist. Was eine Seele hat, das größere und das kleinere, darin waltet der Geist.“ Hiermit tritt er in schroffen Gegensatz zu der empedokleischen Zweckmäßigkeitslehre. Empedokles und Anaxagoras vertreten also jenen Gegensatz zwischen mechanischer und teleologischer Naturauffassung, der sich durch die ganze Geschichte der Philosophie hindurchzieht, heute noch nicht geschlichtet ist und wahrscheinlich niemals geschlichtet werden wird.

Die Lehre des Anaxagoras wurde von Archelaos und Diogenes von Apollonia aufgenommen und modifiziert. Beide sahen das geistige teleologische Prinzip in der Luft. Diese ist ihnen als denkendes und vernünftiges Wesen die Ursache des Lebens und der zweckmäßigen Welteinrichtung. Diogenes bemühte sich zugleich, die zweckvolle Gestaltung der Natur im einzelnen nachzuweisen und bahnte damit jene empirisch-teleologische Richtung an, die in der zweiten Periode der griechischen Philosophie zur Herrschaft gelangte.

Bei den drei großen Denkern, die diese Richtung vertraten, Sokrates, Plato und Aristoteles, ist eine allmähliche Vervollkommnung und Läuterung in der Auffassung der Weltzweckmäßigkeit nicht zu verkennen. Sokrates huldigt noch einer rein äußerlichen, lediglich auf den Menschen bezüglichen Teleologie, bei Plato ist die Zweckmäßigkeit auf die Schönheit und Harmonie des Weltalls im ganzen gerichtet, und bei Aristoteles begegnet uns zum erstenmal der Begriff einer den Dingen selbst innewohnenden, immanenten Zweckmäßigkeit und Zwecktätigkeit.

Nach Sokrates steht die ganze Natureinrichtung im Dienste des Menschen. Die Sonne läßt uns durch ihr Licht die Tages-

zeiten und alles übrige erkennen. In der Nacht zeigen uns die Gestirne die Nachtzeiten an. Der Mond macht uns nicht nur die Teile der Nacht, sondern auch die des Monats kenntlich. Da wir der Ruhe bedürfen, gaben uns die Götter die Nacht als die schönste Zeit der Ruhe. Die Sonne nähert sich uns im Sommer, um die Früchte zur Reife zu bringen, aber wenn sie dies vollbracht hat, kehrt sie wieder um, damit sie uns nicht durch ihre allzu große Hitze schadet, und wenn sie wieder so weit sich entfernt hat, daß wir vor Kälte erstarren müßten, wenn sie noch weiter sich entfernte, kehrt sie abermals um. Sie entfernt und nähert sich allmählich, damit wir uns nach und nach an die größere Kälte und Hitze gewöhnen. Die Pflanzen wachsen als Nahrung für den Menschen aus dem Boden hervor, die Ziegen, Schafe, Rinder und Esel sind des menschlichen Nutzens wegen erschaffen worden. Das Wasser macht alle unsere Nahrung verdaulicher, gesunder und schmackhafter. Das Feuer dient als Schutzmittel gegen Kälte und Finsternis, sowie als Mitarbeiter bei jeder Kunst.

Ganz besonders preist Sokrates die zweckvolle Einrichtung der organischen Wesen und speziell des menschlichen Körperbaues, die er ebenso wie die Zweckmäßigkeit der Welt im großen nur teleologisch begreifen kann. Gott gab dem Menschen die Augen, um das Sichtbare zu sehen, die Ohren, um das Hörbare zu hören, die Nase zum Wahrnehmen der Gerüche, die Zunge als Richterin über das Süße und Scharfe und alle Annehmlichkeiten, die uns der Mund zuführt. Da die Augen zart sind, hat Gott sie mit Augenlidern wie mit einer Tür versehen, die sich beim Gebrauch öffnen, beim Schlaf schließen. Damit ihnen die Winde nicht schädlich werden, hat er ihnen als Sieb die Wimpern eingesetzt und die Gegend über den Augen mit Brauen wie mit einem Wetterdach versehen, damit ihnen auch der von der Stirn herabrinnende Schweiß nicht zusetze. Die Ohren sind so eingerichtet, daß sie alle Töne aufnehmen, ohne je davon voll zu werden. Den Mund hat Gott in die Nähe der Augen und der Nase versetzt, da er das aufnimmt, wonach die lebendigen Wesen verlangen; die Abzugsgänge dagegen hat er so weit als möglich von den Sinneswerkzeugen weggekehrt und entfernt, weil sie uns widerlich sind. Die Vorderzähne sind bei allen lebenden Wesen zum Schneiden eingerichtet, die Backzähne sind da, um

das, was sie von jenen empfangen, zu zermalmen. Gott hat dem Menschen den Trieb gegeben, Kinder zu zeugen, den Müttern den Trieb, die Kinder aufzuziehen, den Erzogenen die größte Liebe zum Leben und die größte Furcht vor dem Tode eingeflößt.

Im Vergleich mit den übrigen organischen Wesen leben die Menschen wie Götter, indem sie ihrer ganzen geistigen und körperlichen Anlage nach jene übertreffen. Der Mensch allein erhielt von allen lebenden Wesen die aufrechte Stellung, die ihn fähig macht, daß er weiter in die Ferne sehen und das, was über ihm ist, besser betrachten und sich besser dem Ungemach entziehen kann. Die andern Tiere haben Füße erhalten, die nur das Gehen möglich machen, der Mensch hat auch noch Hände erhalten, die das meiste zustande bringen, was wir vor den Tieren voraus haben. Während alle lebenden Wesen eine Zunge besitzen, haben die Götter nur die des Menschen so geschaffen, daß sie die Stimme gliedert und alles ausdrückt, was wir uns untereinander mitteilen wollen. Bei den übrigen lebenden Wesen haben die Götter den Genuß der Liebe auf eine gewisse Jahreszeit beschränkt, uns dagegen gewähren sie ihn ununterbrochen bis zum Greisenalter. Auch die vorzüglichste Seele hat die Gottheit dem Menschen gegeben. Kein anderes Wesen kann die Götter erkennen und sie verehren. Keine andere Seele ist fähiger als die menschliche, sich gegen Hunger und Durst, gegen Kälte oder Wärme zu schützen, Krankheiten zu heilen, die Körperkraft zu üben, zum Lernen sich anzustrengen und im Gedächtnis zu behalten, was sie gehört oder gesehen oder gelernt hat.

Alle diese Vorzüge des Menschen wie die ganze zweckvolle Einrichtung der Natur lassen nach Sokrates darauf schließen, daß im Weltall eine höchste göttliche Vernunft waltet, die nach Art eines menschlichen Künstlers wirksam ist und alles zum Wohl des Menschen eingerichtet hat. Gegenüber dieser Endursache sind die wirkenden Ursachen unbedeutend und gleichgültig, nur die Bedingungen für das Wirken der Endursache. Bei jedem Dinge ist die Ursache etwas anderes als jenes Moment, ohne das die Ursache nicht Ursache sein könnte. In seinem schon erwähnten Urteil über Anaxagoras führt sich Sokrates selbst als Beispiel an, um diesen Unterschied zu beleuchten. Es ist ungereimt, führt er aus, zu sagen, die Ursache, weshalb ich hier im Gefängnis sitze, sei, daß mein Leib aus Knochen und Sehnen be-

steht, daß die Knochen dicht und durch Gelenke voneinander geschieden, die Sehnen aber so eingerichtet sind, daß sie angezogen und nachgelassen werden können und die Knochen umgeben samt dem Fleisch und der Haut, die sie zusammenhält. Da nun die Knochen in ihren Gelenken schweben, so machten die Sehnen, wenn ich sie nachlasse und anziehe, es möglich, daß ich jetzt meine Glieder bewegen kann, und aus diesem Grunde säße ich jetzt hier mit gebogenen Knieen. Wenn einer aber sagte, daß ohne Sehnen und Knochen usw. ich nicht imstande sein würde, das auszuführen, was mir gefällt, der würde recht haben.

Da nun die mechanischen Kräfte nicht die eigentlichen Ursachen der Erscheinungen, sondern nur die Bedingungen für das Wirken der Endursachen sind, so denkt Sokrates geringschätzig von der Disziplin, die sich mit der Erforschung der mechanischen Kräfte beschäftigt, der Naturwissenschaft. Denn wie Xenophon erzählt, redete er nicht wie die meisten über die Natur des Weltalls, sondern hielt sogar die, welche darüber nachgrübelten, für töricht. Er fragte sie, ob sie das Gelernte im eigenen oder im Interesse anderer im Leben zu verwerten beabsichtigten, ob sie hofften, einmal, wenn sie erkannt hätten, welche Naturgesetze alles beherrschten, nach eigenem Gutdünken Winde, Regen, Jahreszeiten machen zu können. Denn in seinen Augen hatte die Wissenschaft nur insoweit Wert, als sie praktisch anwendbar ist. In seiner Jugend hatte er allerdings ein sehr großes Bestreben nach der Naturkunde, und es dünkte ihm etwas Herrliches, die Ursache von allem zu wissen, wodurch alles entsteht und vergeht, ob es das Blut ist, wodurch wir denken, oder die Luft oder das Feuer oder ob das Gehirn uns alle Wahrnehmungen hervorbringt. Er kam sich aber am Ende zu diesen Untersuchungen so ungeschickt wie möglich vor, und selbst in dem, was er vorher schon genau wußte, erblindete er nun so sehr, daß er auch das verlernte, was er vorher zu wissen glaubte. Daher ging er auch nicht aus den Mauern der Stadt heraus, um die Felder und Blumen zu sehen, die ihm doch nichts lehren konnten. So ist es erklärlich, daß Sokrates außer seinen allgemeinen teleologischen Betrachtungen keine Ansichten über die Entstehung der Welt und der Organismen entwickelt hat.

Der Schüler des Sokrates, Plato, übernahm von seinem Lehrer die teleologische Naturansicht. Doch bezeichnet Platos Teleologie

insofern einen Fortschritt gegenüber der sokratischen, als nach ihr die Naturzwecke nicht nur auf das Wohl des Menschen, sondern auf die Schönheit, Harmonie und Ordnung des Weltganzen gerichtet sind. Andrerseits freilich tritt auch bei Plato die rein äußerliche, auf den Menschen bezügliche Teleologie noch vielfach hervor. So sind nach ihm die Pflanzen und Tiere um des Menschen willen gebildet worden, jene zu seiner Nahrung, diese als Aufenthaltsorte für solche Menschenseelen, die sich ihrer höhern Bestimmung unwürdig gemacht haben.

Die zwecktätig wirksamen schöpferischen Kräfte sind nach Plato die Ideen, d. h. die realen Wesenheiten der Begriffe. Doch hat er diesen Gedanken nicht wirklich durchgeführt und schließlich im Timäos die Weltbildung einem einzigen Demiurgos zugeschrieben. Dieser Schöpfer war gut und wollte, daß alles ihm selbst so ähnlich wie möglich werde. Daher führte er das in unregelmäßiger und ungeordneter Bewegung Befindliche aus der Unordnung zur Ordnung und machte die Welt zu einem beseelten, mit Vernunft begabten lebendigen Wesen, zu einem Abbild des höchsten Urbildes, zu einem sinnlich wahrnehmbaren Gott.

Nachdem der Schöpfer die einzelnen Weltkörper gebildet hatte, befahl er den Gestirnen als den gewordenen Göttern, die sterblichen Wesen zu erzeugen, ohne die die Welt unvollkommen bleiben würde. Gott selbst durfte sie nicht erzeugen, denn dann würden sie den Göttern gleichen und unsterblich sein. Nur die Keime der sterblichen Wesen konnte er den gewordenen Göttern geben. Und so bildete er denn als solche Keime die unsterblichen Seelen und verteilte sie auf die Fixsterne. Von dort aus zeigte er ihnen die Natur des Alls und verkündete die ihnen vom Schicksal bestimmten Gesetze. Sie würden zunächst in den Körper eines Mannes aufgenommen werden und dann entweder auf die Sterne zurückkehren und dort ein ewiges seliges Leben führen oder in den Körper eines Weibes oder Tieres verbannt werden, je nachdem sie sich ihrer höhern Bestimmung würdig oder unwürdig gezeigt hätten. Darauf säte Gott die einzelnen Seelen auf die Erde, den Mond und die Planeten aus, und nun kamen die gewordenen Götter dem Befehl des Weltenschöpfers nach und bildeten den Körper des Mannes und den sterblichen Teil seiner Seele. Mit beiden verbanden sie die vom Schöpfer gelieferte unsterbliche Seele. Sie setzten sie in den Kopf, dem sie kugel-

förmige Gestalt und die oberste Stellung gaben, da er über den ganzen Körper herrschen sollte. Die sterbliche Seele brachten sie in ihrem bessern Teil, dem Mut, zwischen Zwerchfell und Nacken, in ihrem schlechtern Teil, dem Begehrlichen, zwischen Zwerchfell und Nabel an.

Die einzelnen Organe des menschlichen Körpers wurden zu bestimmten Zwecken gebildet. So hat uns Gott mit dem Gesicht beschenkt, damit wir die Umkreisungen am Himmel sähen und darnach die Umläufe des Denkens in uns richteten. Ebenso dienen Stimme und Gehör dazu, den unregelmäßig gewordenen Umlauf der Seele in uns zur Ordnung und Übereinstimmung mit sich selbst zurückzuführen. Die Knochen wurden zum Schutze des Gehirns und Markes gebildet, das Fleisch als Abwehrmittel gegen die Hitze, sowie als Schutz gegen die Kälte und beim Fallen. Die Haare dienen zur Bedeckung des Gehirns und gewähren im Sommer wie im Winter geeigneten Schatten und Schutz. Die Leber entstand als Organ der Weissagung. Das ihr benachbarte Eingeweide ist mit einem für einen Spiegel verfertigten und stets in Bereitschaft liegenden Abwischtuch zu vergleichen, das die Oberfläche der Leber stets glänzend und rein erhalten soll. Die Gedärme wurden rings im Kreise herumgewickelt, damit die Nahrung nicht zu schnell durch den Körper hindurchgehe und ihn nötige, häufig neue Nahrung in sich aufzunehmen, wodurch das ganze Geschlecht der Liebe zur Wissenschaft und Kunst entfremdet würde.

Nachdem so die wichtigsten Teile des sterblichen Wesens zusammengefügt waren, erzeugten die Götter die Pflanzen als Nahrung für den Menschen. Auch die Pflanzen sind lebende Wesen und haben eine Seele, die aber keine Vernunft und Überlegung, sondern nur Empfindung und Begierden besitzt. Sodann durchzogen die Götter den menschlichen Körper mit Kanälen, indem sie wie in einem Garten Gräben führten, damit er gleichsam von einem zuströmenden Flusse bewässert werde und die Nahrung allen Teilen zugute kommen könne. Damit war die Bildung des Mannes vollendet.

Das menschliche Weib und die Tiere gingen aus den Männern hervor, deren Seele nicht zur Rückkehr auf den Fixstern für würdig befunden wurde. Je größer ihre Verfehlung war, desto tiefer stand das Wesen, dessen Gestalt sie annahmen.

Die Männer, die feige waren und ihr Leben in Ungerechtigkeit hinbrachten, wurden bei der zweiten Entstehung in Weiber umgeschaffen. Gleichzeitig schufen die Götter den Zeugungstrieb, indem sie ein mit Leben begabtes Wesen, den Samen, in den Männern, ein anderes, nach Kinderzeugung begieriges, die Scheide und Gebärmutter, in den Weibern erzeugten. Die Vögel gingen durch Umgestaltung aus den Männern hervor, die zwar nicht schlecht, aber leicht waren, mit Überirdischem sich zwar beschäftigten, aber der Meinung waren, daß die Erklärungen der Dinge durch das Gesicht die zuverlässigsten seien. Die Landtiere entstanden aus den Männern, die durchaus keine Liebe zur Weisheit hatten und nie Beobachtungen über die Natur des Himmels anstellten. Sie wurden vierfüßig und vielfüßig, indem Gott denen, die unverständiger waren, mehr Stützpunkte unterschob, damit sie noch mehr zur Erde gezogen würden. Die Unverständigsten von diesen wurden ohne Füße und auf der Erde sich fortwindend gezeugt, also in Würmer verwandelt. Die Wassertiere endlich entstanden aus den Allerunvernünftigsten und Unwissendsten, die die Götter nicht einmal mehr des reinen Atmens der Luft würdigten, sondern in die trübe und tiefe Einatmung des Wassers stießen.

In diesen phantastischen und von Plato selbst wohl teilweise nur als Mythus aufgefaßten Ansichten kommt die naive, auf den Menschen bezügliche Teleologie des Sokrates wieder zum Durchbruch und verdunkelt Platos geläuterte Auffassung, nach der Pflanzen und Tiere unentbehrlich sind, um die Vollkommenheit der Welt zu ermöglichen.

Weit entschiedener als Plato weiß sich sein Schüler Aristoteles von der naiv-anthropozentrischen Zweckvorstellung zu befreien. Seine Teleologie erhebt sich bedeutend über die seiner Vorgänger, indem sie den Begriff der den Dingen immanenten Zwecktätigkeit einführt und damit die höchste Vollendung und Läuterung erfährt, die die teleologische Weltansicht im Altertum überhaupt erfahren hat.

Aristoteles unterscheidet klar zwischen Endursache und notwendiger Ursache, zwischen Zwecktätigkeit und Naturnotwendigkeit. Die Endursache eines Dinges ist nach ihm die Form, d. h. der Begriff, das Wesen oder der Zweck des Dinges. Die Form ist zugleich bewegende und zwecktätige Kraft.

Die Natur kann jedoch bei ihren Schöpfungen gewisser stofflicher Mittel nicht entbehren, sie bedarf des Stoffes zur Verwirklichung der Naturzwecke. Der Stoff ist aber zugleich auch die Ursache der blinden Naturnotwendigkeit und der Grund aller von der Zwecktätigkeit unabhängigen und ihr widerstrebenden Erscheinungen.

Aristoteles vernachlässigt die blinde Notwendigkeit bei seiner Naturbetrachtung durchaus nicht, er verlangt vielmehr ausdrücklich, daß der Naturforscher sowohl die physikalischen als auch die Endursachen nachweise. Aber die physikalische Ansicht der Dinge, die die stofflichen Ursachen und ihre Gesetze ins Auge faßt, genügt ihm nicht, die stofflichen Ursachen sind ihm bloße Zwischenursachen, bloß die Mittel und unerläßlichen Bedingungen der Erscheinungen; über ihnen stehen die Endursachen, über der materiellen Notwendigkeit steht die Zwecktätigkeit der Dinge, über der physikalischen Naturerklärung die teleologische. Denn das Wesen der Natur ist die Form und nicht der Stoff, und der Endzweck der Welt kann nur die reine stofflose Form sein, die Gottheit.

Sehr klar hat Aristoteles seine Auffassung über das Verhältnis der physikalischen und teleologischen Kräfte in seinen Erörterungen über die Ursachen des Ausfallens der Vorderzähne und des Nichtausfallens der Mahlzähne entwickelt. Er bekämpft hier die Ansicht Demokrits, daß die Vorderzähne ausfallen, weil sie wegen des Saugens vorzeitig entstehen. Die Zähne, meint Aristoteles, entstehen durchaus nicht zu früh, denn wenn die Ernährung durch die Milch vorüber ist, müssen die Tiere Werkzeuge zur Verarbeitung der Nahrung haben. Die Vorderzähne fallen vielmehr aus, weil sich ihre Schärfe leicht abnutzt und andere an ihre Stelle treten müssen, um die Arbeit zu verrichten, während die Mahlzähne sich nicht abstumpfen. Dies ist die Endursache des Ausfallens der Vorderzähne. Das Ausfallen ist allerdings auch mechanisch notwendig, da die Vorderzähne in einem dünnen Knochen stecken und daher schwach und leicht beweglich sind, während die Mahlzähne in dem breiten Teil der Kinnlade und in einem starken Knochen stecken. Ebenso ist das Wiederwachsen der Vorderzähne mechanisch notwendig, weil sie zu einer Zeit entstehen, wo der Knochen noch wächst. Aber dies sind nur die Bedingungen des Ausfallens und Wiederwachsens der Zähne, nicht

die eigentlichen Ursachen, die in dem Zweck und Ziel bestehen und sich der mechanischen Kräfte nur als Werkzeuge bedienen, wie in der Schmiedekunst sich der Mensch des Hammers und des Amboßes bedient. Führt man mit Demokrit nur die Notwendigkeit als Ursache auf, so ist dies nach Aristoteles dasselbe, als wenn man glaubt, daß das Wasser bei einem Wassersüchtigen ausfließt wegen des Messers, nicht aber wegen der Wiederherstellung der Gesundheit, um derentwillen das Messer den Schnitt macht.

Als echter Naturforscher sucht Aristoteles den Erfahrungsbeweis für die Zwecktätigkeit der Natur und die Existenz zwecktätiger Kräfte anzutreten. Er findet ihn in der zweckmäßigen Einrichtung, Harmonie und Ordnung der Welt. Cicero hat uns eine schöne Stelle aus den populären Schriften des Aristoteles überliefert, in der der teleologische Gottesbeweis mit großer Klarheit entwickelt wird. Sie lautet wie folgt:

„Man denke sich Menschen von jeher unter der Erde wohnen in guten und hellen Behausungen, die mit Bildsäulen und Gemälden geschmückt und mit allem wohl versehen sind, was den gewöhnlich für glücklich Gehaltenen zu Gebote steht, sie sind nie auf die Oberfläche der Erde hinaufgekommen, haben jedoch durch eine dunkle Sage vernommen, daß es eine Gottheit gebe und Götterkraft; wenn diesen Menschen einmal die Erde sich auftäte, daß sie aus ihren verborgenen Sitzen aufsteigen könnten zu den von uns bewohnten Bezirken und sie nun hinausträten und plötzlich die Erde vor sich sähen und die Meere und den Himmel, die Wolkenmassen wahrnähmen und der Winde Gewalt; wenn sie dann aufblickten zur Sonne, ihre Größe und Schönheit wahrnähmen und auch ihre Wirkung, daß sie es ist, die den Tag macht, indem sie ihr Licht über den ganzen Himmel ergießt, wenn sie dann, nachdem Nacht die Erde beschattete, den ganzen Himmel mit Sternen besetzt und geschmückt sähen, und wenn sie das wechselnde Mondlicht in seinem Wachsen und Schwinden, aller dieser Himmelskörper Auf- und Niedergang und ihren in alle Ewigkeit unverbrüchlichen und unveränderlichen Lauf betrachteten, wahrlich dann würden sie glauben, daß wirklich Götter sind und diese gewaltigen Werke von Göttern ausgehen."

Hier ist es die Schönheit und Harmonie der unorganischen Natur, aus der Aristoteles die Existenz der zwecktätig wirksamen

Kräfte erschließt. Noch vollständiger aber sieht er die in der ganzen Welt waltende Zweckmäßigkeit in den organischen Wesen verkörpert. In seinen zoologischen Schriften, besonders in dem Buch über die Teile der Tiere versucht er zu zeigen, daß jedes Tier seiner Lebensweise entsprechende Organe besitzt und jedes Organ genau so beschaffen ist, wie es beschaffen sein muß, um seiner Bestimmung am besten zu genügen.

Der Elefant hat einen Rüssel erhalten, weil er zugleich Land- und Sumpftier ist. Als Sumpftier muß er im Wasser Nahrung zu sich nehmen, als Landtier muß er atmen. Da er aber seiner übermäßigen Größe wegen den Wechsel aus dem Flüssigen zum Trocknen nicht schnell genug bewerkstelligen kann, so bildete die Natur ihm die Nase zu solcher Länge aus, daß er sie durch das Wasser hindurch in die Höhe halten und auf diese Weise atmen kann.

Die spitzzähnigen Tiere haben einen weitgespaltenen Mund, denn da ihre Stärke im Beißen liegt, so bedürfen sie einer weiten Aufsperrung des Mundes, indem sie an um so zahlreichern Stellen und um so kräftiger beißen, je weiter der Mund geöffnet ist. Dagegen haben die Tiere, die den Mund nicht zum Beißen, sondern nur zur Nahrungsaufnahme, zum Atmen und zum Sprechen besitzen, einen engern Mund.

Der Schnabel der Vögel ist nach der Art der Nahrung verschieden gestaltet. Die Fleischfresser haben einen gekrümmten Schnabel, der zum Erfassen und Überwältigen der Beute brauchbar ist. Bei den Spechten und Raben ist der Schnabel kräftig und fest, bei den kleinen Vögeln zierlich zum Auflesen der Körner und zum Erhaschen der kleinen Tiere. Die Kräuterfresser und die auf stehenden Gewässern lebenden Vögel haben oft platte Schnäbel, mit denen sie leichter wühlen und die Nahrung herausziehen und abrupfen können. Die Vögel, die ihre Nahrung aus der Tiefe heraufholen müssen, haben lange Schnäbel und Hälse. Die Wurzelfresser haben geschärfte Schnabelränder, was ihnen die Nahrungsaufnahme erleichtert.

Delphine und Haifische haben das Maul an der Unterseite des Körpers, so daß sie sich bei der Nahrungsaufnahme auf den Rücken werfen müssen. Der Nutzen dieser Einrichtung besteht darin, daß andere Tiere ihnen leichter entgehen können, da es mit dem Umwerfen langsam geht, und daß die Fische sehr bald

an Überfüllung zugrunde gehen würden, wenn sie ihre Beute leichter erhaschen könnten.

In ähnlicher Weise sieht Aristoteles in den gewundenen Därmen und in dem Besitz von Hoden Schutzmittel der Tiere gegen Unmäßigkeit. Die Tiere mit geraden Därmen sind gieriger, als die mit gewundenen, und ebenso sind die Tiere, die keine Hoden haben, oder bei denen die Hoden sich im Innern des Körpers befinden, schneller in der Vollziehung der Begattung. Denn die Hoden verlangsamen die Bewegung des Samens und bewirken daher, daß der Drang zur Begattung nicht zu gierig und eilig ist.

Die Hörner der Tiere wurden passend am Kopf angebracht, denn wenn sie irgend wo anders am Leibe wüchsen, würden sie lästig werden, ohne irgendwie nützlich zu sein. Am Kopf reichen die Stöße am weitesten von allen Teilen, an denen die Hörner sitzen könnten.

Die Schlangen können ihren Kopf nach hinten wenden, während der übrige Körper ruht. Dies ist insofern sehr zweckmäßig, als ihr langer und fußloser Körper unfähig ist, sich umzudrehen und auf das, was hinter ihnen vorgeht, zu achten; es würde zu nichts nützen, wenn sie den Kopf zwar heben, aber nicht wenden könnten.

Einige Insekten haben besonders lange Vorderbeine, damit sie mit ihnen die in ihre trockenen und schlecht sehenden Augen fallenden Dinge abwischen können.

Ganz besonders zweckmäßig ist auch der Mensch organisiert. Seine Augenbrauen schützen die Augen gleich einem Wetterdach vor der vom Kopf herabtriefenden Feuchtigkeit. Die Augenwimpern halten gleich Pallisaden Fremdkörper vom Auge ab. Im Gebiß des Menschen sind die Vorderzähne scharf zum Schneiden, die Backzähne platt zum Zermalmen.

Die Gestalt der menschlichen Hand ist ihrer Natur angemessen gebaut. Sie ist gegliedert und daher schließbar. Die Fingergelenke zeigen zum Ergreifen ein vortreffliches Verhalten. Ein Finger, der Daumen, steht zur Seite, er ist kurz und dick, und ohne ihn wäre kein Ergreifen möglich. Er drückt von unten nach oben, wie die übrigen Finger von oben nach unten. Er ist kurz der Stärke wegen und weil es zu nichts frommte, wenn er lang wäre. Der letzte Finger ist mit Recht klein und der mittelste

lang, wie das mittlere Ruder am Schiff, da das zu Ergreifende vor allem rings in der Mitte umfaßt werden muß. Die Nägel sind vortrefflich geformt, indem sie eine Schutzdecke für die Fingerspitzen bilden.

Der Mensch hat von allen Wesen im Verhältnis zu seinem Körper die größten Füße, denn er allein steht aufrecht, so daß die Füße das ganze Gewicht des Körpers tragen müssen. Die Länge der Zehen verhält sich bei den Füßen umgekehrt wie bei den Händen. Denn die Funktion des Fußes ist nicht, zu ergreifen und zu drücken, sondern sicher aufzutreten. Die Spitze des Fußes ist jedoch zweckmäßiger gespalten als ungespalten, da bei der Verletzung eines Teiles sonst das Ganze leiden würde. Nägel sind bei den Füßen aus demselben Grunde vorhanden wie bei den Händen, wegen ihrer Zartheit müssen die Spitzen der Finger und Zehen am meisten geschützt werden.

Der Mensch ist das einzige Tier, das Fleisch an den Beinen hat. Die Ursache dieser Einrichtung sieht Aristoteles in der aufrechten Stellung. Damit die obern Teile leicht seien, hat die Natur das Massige von ihnen weggenommen und die Last nach den untern Teilen verlegt, indem sie das Gesäß, die Oberschenkel und Waden fleischig machte. Zugleich hat sie das Gesäß zum Sitzen geeignet gebaut, denn der Mensch kann nicht wie die Vierfüßler unermüdlich stehen, sondern bedarf des Sitzens.

Die Zweckmäßigkeit in der organischen Natur äußert sich ferner darin, daß den Hauptorganen, die dem Lebenszweck unmittelbar dienen, andere Organe zum Schutz und zur Erhaltung beigegeben sind, wobei den edelsten und schwächsten Organen stets der stärkste Schutz verliehen wird. So ist z. B. das Fleisch das unmittelbare Werkzeug der empfindenden Seele, während Knochen, Sehnen, Adern, Haut, Haare und Nägel nur um seinetwillen da sind. Auch stellt die Natur Organe von entgegengesetzter Beschaffenheit nebeneinander, um ihre Wirkungen gegenseitig zu mäßigen und zu ergänzen. In diesem Verhältnis stehen z. B. Herz und Gehirn zueinander.

Die Natur ist ferner haushälterisch in ihren Mitteln, sie verschwendet nichts. Selbst die Abfälle des tierischen Lebens gebraucht sie oft zu nützlichen Zwecken, wie z. B. den Saft des Tintenfisches als Verteidigungsmittel.

Wenn die Natur mit einem einzigen Organ ausreichen kann,

so verwendet sie nicht mehrere zu demselben Zwecke. Den verschiedenen Tieren sind verschiedene Schutzmittel verliehen, den Zweihufern Hörner, den Raubtieren Krallen, dem Kamel Größe, dem Pferd Schnelligkeit, dem Bonasus widerliche Exkremente. Vögel, die einen Sporn haben, besitzen nicht zugleich gebogene Krallen; Kiemen und Lungen sind niemals gleichzeitig in demselben Tier vorhanden. Die Tiere mit vollständigem Gebiß, wie Mensch, Hund, Löwe und Pferd haben nur einen einzigen Magen, dagegen haben die Tiere mit mehreren Mägen, wie Schaf, Ochse, Ziege und Hirsch, ein unvollständiges Gebiß. Die Vögel haben einen Kropf oder eine erweiterte Speiseröhre oder vorn am Magen einen angeschwollenen Teil, in dem sie die unzerkleinerte Nahrung vorläufig aufnehmen oder eine entsprechende Vergrößerung des Magens selbst, oder einen festen und fleischigen Magen, damit er die Nahrung längere Zeit aufzubewahren oder zu verdauen imstande sei, dafür aber keine Zähne. Kein Tier hat zugleich spitze Zähne und Hauer.

Während also die Natur niemals mehrere Organe zu demselben Zweck anlegt, benutzt sie vielfach ein und dasselbe Organ zu mehreren Zwecken. So hat der Mund neben der Nahrungsaufnahme noch verschiedene andere Verrichtungen, wie die Atmung, das Sprechen und die Verteidigung zu besorgen. Die Zunge dient sowohl dem Schmecken wie dem Sprechen. Die Hand wird je nach der Verwendung zur Klaue, zum Huf, zum Horn, zum Spieß und Schwert und zu jeglicher andern Wehr und Waffe, weil sie alles ergreifen und halten kann. Die Brüste des Weibes dienen zum Säugen und als Schutz für die Herzgegend. Der Rüssel des Elefanten erfüllt die Funktion des Atmens nicht weniger als die des Ergreifens der Nahrung. Die Schwänze der Tiere werden zu den verschiedensten Zwecken verwendet.

Die Sparsamkeit der Natur äußert sich auch darin, daß sie bei stärkerer Entwicklung eines Körperteils einen andern verkürzt, daß sie dem einen nimmt, was sie dem andern gibt. Sie wirtschaftet gewissermaßen mit einer begrenzten Stoffmenge, mit der sie ausreichen muß. Daher kommt es, daß Hörner und doppelte Zahnreihen nie bei demselben Tier vereinigt sind, daß bei langschwänzigen Tieren die Schwanzhaare kürzer, bei kurzhaarigen länger sind, daß Magere ein größeres Zeugungsver-

mögen haben als Beleibte, daß der am ganzen Leibe dicht behaarte Bär einen verkümmerten Schwanz besitzt, daß die mit einem Schwanz versehenen Säugetiere keine fleischigen Beine haben wie der schwanzlose Mensch und daß die mit dicker Haut versehenen Haifische kein Knochen-, sondern nur ein Knorpelsklett besitzen.

Die Natur verwendet ferner die ihr zur Verfügung stehenden Stoffe in der zweckmäßigsten Weise, indem sie die vornehmsten und dem eigentlichen Mittelpunkt des Lebens nahestehenden Körperteile aus der reinsten und ersten Nahrung, die weniger wichtigen und um jener willen vorhandenen Teile aber aus den Überbleibseln und Ausscheidungen bildet. Aristoteles vergleicht den Haushalt der Natur mit der Hauswirtschaft des Menschen, wo von der zu Gebote stehenden Nahrung der beste Teil für die Freien, der schlechtere und das Überbleibsel für die Diener, der schlechteste für die Haustiere bestimmt ist.

Auch darin handelt die Natur wie ein vernünftiger Mensch, daß sie die Teile nur denen verleiht, die sie gebrauchen können. So sind die zur Abwehr und zum Angriff dienenden Organe wie Stacheln, Sporen, Hörner und Hauer auf das männliche Geschlecht beschränkt oder hier doch besser entwickelt, da das Männchen stärker und mutiger ist als das Weibchen und allein die Waffen zu führen vermag.

Selbst in solchen organischen Bildungen, für die sich kein bestimmter Nutzen nachweisen läßt, ist nach Aristoteles die Zweckmäßigkeit der Natur nicht zu verkennen. Denn der Zweck kann auch in der Gestalt als solcher, in ihrer Symmetrie und Vollkommenheit liegen. Aus diesen Gründen hat die Natur manchen Tieren Organe verliehen, deren sie zur Lebenserhaltung nicht bedürfen. Obgleich die Hirschkühe kein Geweih haben, fehlen ihnen doch die obern Vorderzähne ebenso wie den männlichen Hirschen, weil der Mangel der obern Schneidezähne zur Vollkommenheit der Hirschgattung gehört. Bei gewissen Krebsen haben auch die Weibchen Scheren, weil sie einer Gattung angehören, die Scheren besitzt, obgleich nur die Männchen sie als Waffe verwenden können. Der Affe hat einen Schwanzansatz, da der Besitz des Schwanzes eine allgemeine Eigenschaft der Säugetiere ist. Die Milz, die nur den lebendig gebärenden Tieren notwendig ist, ist doch bei allen Tieren als eine Art Gegengewicht

zur Leber wenigstens andeutungsweise vorhanden, da die Leber mehr auf der rechten Seite liegt und ihr auf der linken ein anderes Organ entprechen muß. Überhaupt kommen alle Organe doppelt vor, selbst die, welche anscheinend nur einfach vorhanden sind, weil der Körper unter dem Gegensatz des Oben und Unten, des Vorn und Hinten, des Rechts und Links steht.

Es ist ein reiches empirisches Material, das Aristoteles hier zusammengetragen hat, um die vorherrschende Zweckmäßigkeit in der organischen Natur zu erweisen. Und wie die zweckvolle Einrichtung der anorganischen Welt ihm für das Dasein der Götter spricht, so glaubt er auch aus der organischen Zweckmäßigkeit das Wirken teleologischer Kräfte ableiten zu müssen. Doch geht er an der entgegengesetzten mechanischen Auffassung nicht achtlos vorüber, sondern legt sie mit großer Unparteilichkeit dar. In seiner Physik bezeichnet er es als schwierig, die Unrichtigkeit der Ansicht zu erweisen, daß die Natur nicht eines Zweckes wegen und ohne Rücksicht auf das Bessere tätig sei. Zeus regnet ja nicht, damit er das Getreide wachsen mache, sondern durch Notwendigkeit, denn die aufgestiegene Ausdünstung muß erkalten, und das Erkaltete muß, zu Wasser geworden, wieder herabkommen. Und wenn dies geschehen ist, so ergibt sich das Wachsen des Getreides von selbst. Ebenso regnet es nicht, um das Getreide in der Scheune verderben zu lassen, sondern das Getreide verdirbt, weil es regnet. Was steht dem nun im Wege, fragt Aristoteles, anzunehmen, daß es sich in der organischen Natur ebenso verhalte, daß z. B. die Zähne durch Notwendigkeit hervorkommen, die vordern schneidig und tauglich zum Zerteilen, die Backzähne breit und brauchbar zum Zermalmen der Nahrung, daß sie nicht um dieser Zwecke willen so werden, sondern daß dies nebenbei erfolge? Und warum sollte es sich nicht mit den übrigen Teilen, bei denen das um eines Zweckes willen Wirkende vorhanden zu sein scheint, ebenso verhalten? Warum sollte man ferner nicht annehmen, daß die Dinge, bei denen alles einzelne gerade so sich ergab, als wenn es um eines Zweckes willen entstände, nachdem sie grundlos von selbst in tauglicher Weise sich gebildet hatten, sich auch erhalten haben, während die, bei denen dies nicht der Fall war, zugrunde gingen, wie die männergesichtigen Stiere des Empedokles?

Hier ist die mechanische Lösung des Zweckmäßigkeits-

problems klar präzisiert. Aber Aristoteles verwirft diese Lösun
Sie könnte seiner Ansicht nach nur dann richtig sein, wenn d
Zweckmäßigkeit der Naturerzeugnisse bloß als Ausnahmefall v
käme. Da sie aber die Regel ist, so kann sie nicht auf Zuf
zurückgeführt werden. Denn der Zufall schafft immer nur d
was vereinzelt und ausnahmsweise vorkommt; wo wir es dah
mit einer regelmäßigen Natureinrichtung zu tun haben, müss
wir sie als eine von der Natur angestrebte, als einen Naturzwe
betrachten.

Aber damit ist nicht gesagt, daß die Natur in allen Fäll
ihre Zwecke auch wirklich erreicht. Denn ihre zwecktätige Kr
erfährt Hemmungen durch den Stoff, der von der Form ni
ganz überwältigt werden kann, der verhindert, daß das Seien
reine Form, reiner Begriff ist und ein Verfehlen des von d
Natur ursprünglich verfolgten Zwecks bewirkt, ein Stehenbleib
der Natur auf einer unvollendeten Stufe, eine Mißgeburt.

Ein Verfehlen des Naturzwecks ist es nach Aristoteles sch
wenn die Kinder den Eltern, namentlich dem Vater, nicht gleich
Alles Weibliche ist im Vergleich mit dem Männlichen unvollend
weil die formende Kraft des Mannes den vom Weibe genommen
Stoff nicht zu überwältigen vermochte. Auch alle Tiere si
unvollendete Versuche der Natur, den Menschen hervorzubring
eine dem Zustand des Kindes analoge Entwicklungsform. A
einer noch tiefern Stufe sind die Pflanzen und auf der tiefst
die unorganischen Naturkörper, die Steine, stehen geblieben. S
offenbart uns die irdische Natur eine Stufenleiter von Niederem
Höherem, eine stufenweise Überwindung des Stoffes durch d
Form, ein ewiges Formwerden des Stoffes. Je mehr der St
durch die Form besiegt wird, desto größer ist die Vollkommenhe
und Zweckmäßigkeit.

Aristoteles hat in seinen zoologischen Schriften, allerdin
nicht im Zusammenhang, sondern an verschiedenen zerstreut
Stellen, die Idee der Stufenleiter im einzelnen darzulegen versuch
Am vollständigsten hat er ihr in folgenden Sätzen seiner Tie
geschichte Ausdruck verliehen: „Von den unbeseelten Ding
geht die Natur zu den Tieren so allmählich über, daß es dur
den Zusammenhang verborgen bleibt, zu welcher von beiden d
sie Trennende und in der Mitte Stehende gehört. Denn nac
den unbeseelten Dingen folgt zuerst das Geschlecht der Pflanze



und unter diesen unterscheidet sich eine von der andern, indem sie mehr Lebensgehalt zeigt; im Verhältnis zu den leblosen Dingen wie beseelt erscheinend, könnte man das Pflanzengeschlecht im Vergleich zu den Tieren wieder als unbeseelt ansehen. Der Übergang von den Pflanzen zu den Tieren ist wiederum zusammenhängend, denn bei manchen Meereswesen könnte man zweifelhaft sein, ob sie zu den Tieren oder Pflanzen gehören, denn sie sind auf dem Boden festgewachsen, und viele von ihnen gehen, wenn man sie abreißt, zugrunde."

Hier legt Aristoteles das Hauptgewicht auf die verschiedene Beseelung der Naturkörper. An andern Stellen schreibt er auch der unorganischen Natur schon einen gewissen niedersten Grad, eine erste Andeutung des Seelenlebens, zu. Die Luft hat ein eigenes Leben. Der aus den Wolken fallende Regen ist dem vom Gehirn herabfließenden Katarrh zu vergleichen. Die Erschütterungen der Erde entsprechen den Bebungen und Pulsationen des Herzens. Das Meer ist der von der Sonne hervorgerufene Schweiß der Erde, ohne daß es jedoch gerechtfertigt ist, mit Empedokles daraus seinen Salzgehalt zu erklären. Das Meer kann auch als der Magen der Erde bezeichnet werden, in den alle Ströme sich ergießen. Die Ausdünstungen der Erde lassen sich mit den tierischen Ausscheidungen vergleichen. Die Erde hat Jugend und Alter, wenn auch nicht als Ganzes, so doch an verschiedenen Punkten.

Ein Leben im eigentlichen Sinn, ein Seelenleben, findet Aristoteles aber erst bei den organischen Wesen. Unter diesen kommt den Pflanzen nur die Seelenfähigkeit der Ernährung und Fortpflanzung zu, während die Tiere auch der Empfindung und Ortsbewegung fähig sind. Geschöpfe, die festsitzen, wie die Pflanzen, bedürfen der Empfindung nicht, da sie ihre Nahrung in ihrem Wohnort selbst erhalten. Dagegen müssen alle Tiere empfindend sein, denn ohne Empfindlichkeit würde ein Tier untergehen, da es nicht imstande wäre, seine Nahrung zu wählen.

Zwischen den Pflanzen und Tieren gibt es mancherlei Übergangsformen. Die Ascidien unterscheiden sich ihrer Natur nach wenig von den Pflanzen. Die Schwämme haben durchaus die Beschaffenheit der Pflanzen, sie leben angewachsen und gehen abgelöst zugrunde. Die Holothurien und andere Meereswesen unterscheiden sich von den Pflanzen nur wenig durch das Frei-

sein, sie haben keine Empfindung und leben, als wären sie losgetrennte Pflanzen. Die Akalephen schwanken ihrer Natur nach zwischen Pflanze und Tier. Dadurch, daß sie sich loslösen und über ihre Nahrung herfallen und dadurch, daß einige das auf sie Losstürzende bemerken, sind sie tierisch, dadurch, daß sie unvollkommen sind und leicht an den Felsen festwachsen, sowie dadurch, daß sie keine bemerkbaren Exkremente haben, sind sie pflanzlich. Die Steckmuscheln sind angewachsen wie die Pflanzen, die Scheidemuscheln können losgerissen nicht leben. Die Hartschaltiere gleichen im Verhältnis zu den sich von der Stelle bewegenden Tieren den Pflanzen, dagegen den Tieren, wenn man sie mit den Pflanzen vergleicht. Die Pflanzen scheinen kein anderes Geschäft zu haben, als wieder eine andere gleicher Art zu schaffen, gleicherweise ist bei manchen Tieren kein anderes Geschäft als das der Erzeugung wahrzunehmen.

Ebenso wie zwischen Tierreich und Pflanzenreich nimmt Aristoteles auch zwischen den verschiedenen Gruppen des Tierreiches Übergangsformen an. Die Fledermaus steht ihm in der Mitte zwischen Gang- und Flugtieren, indem sie einerseits Beine und keinen Federschwanz, andererseits Flügel und keinen Wirbelschwanz besitzt. Die Robbe bildet einen Übergang von den Landtieren zu den Wassertieren, da sie wie die meisten Fische spitze Zähne hat. Der Strauß verbindet Vierfüßler und Vögel, denn er hat haarähnliche Federn, obere Augenwimpern, einen kahlen Kopf und Hals, und Klauen wie die Vierfüßler, Flügel, zwei Beine und einen befiederten Bauch wie die Vögel. Das Krokodil nähert sich gewissen Fischen durch den Mangel der Zunge, hat aber als Vierfüßler den Platz für die Zunge. Die Schlangen sind fußlos wie die Fische und haben wie diese ein grätiges Rückgrat und keine Hoden, während sie wie die eierlegenden Vierfüßler mit Lungen ausgerüstet sind. Der Nautilus verbindet Schaltiere und Weichschaltiere, und dasselbe gilt vom Einsiedlerkrebs, der in seiner Organisation mit den Weichschaltieren übereinstimmt, seinen Körper aber wie die Schaltiere in einer Schale verbirgt. Der Affe endlich bildet den Übergang von den lebendig gebärenden Vierfüßlern zum Menschen. Als Vierfüßler hat er einen behaarten Rücken, keine Hinterbacken und eine weit bedeutendere Größe des obern Körpers im Vergleich zum untern. Menschenähnlich dagegen sind seine Nasenflügel, Ohren, Zähne und Augenwimpern

die beiden Saugwarzen an den kleinen Brüsten, die Arme, Hände, Finger und Nägel sowie das Fehlen des Schwanzes. Auch biegt er die Arme und Beine wie der Mensch, nämlich beide Rundungen der Glieder gegeneinander.

Aristoteles sieht also den menschlichen Körperbau schon im Tierreich vorgebildet. Aber auch viele Geisteseigenschaften des Menschen findet er in ihren Anfängen bereits bei den Tieren: Zahmheit und Wildheit, Mut und Feigheit, Furchtsamkeit und Dreistigkeit, Ungestüm und Verschlagenheit, Klugheit und Dummheit. In seiner Tiergeschichte teilt er zahlreiche Beispiele mit, die beweisen sollen, daß in der tierischen Lebensweise viele Nachahmungen des menschlichen Lebens vorhanden sind. Die Schwalbe beobachtet bei ihrem Nestbau in der Versetzung des Lehms mit Spreu dieselbe Anordnung wie der Mensch, sie verflicht Lehm mit den Hälmchen, und hat sie Mangel an Lehm, so feuchtet sie sich selbst an und wälzt sich mit den Flügeln auf dem Staube. Sie bereitet ihr Lager wie die Menschen, indem sie zuerst das Harte unterlegt und alles ihrer Größe entsprechend einrichtet. Auch zeigen sich bei den Tieren namentlich in bezug auf das Geschlechtsleben und die Ernährung der Jungen Anfänge sittlichen Verhaltens. Die Tauben leben in Monogamie und geben die Verbindung nicht eher auf, als bis sie Witwer oder Witwe werden. Viele Tiere mühen sich mit der Ernährung der Jungen ab, wodurch sie sich weit über die Pflanzen mit ihrer gänzlichen Gleichgültigkeit gegen das Erzeugte erheben und sich dem Verhalten des Menschen nähern.

So innig aber auch Aristoteles den Menschen mit den Tieren in körperlicher Hinsicht verbindet, so sehr betont er andererseits die Momente, durch die seine Natur sich über die tierische erhebt. Der Mensch allein besitzt die aufrechte Stellung, und der Unterschied von Rechts und Links ist bei ihm am bestimmtesten entwickelt. Er hat das meiste und reinste Blut, das größte Gehirn, das feinste Gefühl und den schärfsten Verstand. Er besitzt die Fähigkeit der Sprache und hat an der Hand ein Werkzeug, das alle andern ersetzt. Vor allem aber ist seine Seele mit Vernunft und Denkkraft begabt und erhebt sich dadurch über die Seele aller übrigen Geschöpfe. Mit einem Wort, der Mensch ist das vollkommenste aller lebenden Wesen, die höchste Sprosse der organischen Leiter, der Endzweck der irdischen Natur.

Die von Aristoteles entwickelte Idee der Stufenfolge, die eine fortlaufende Reihe der irdischen Naturkörper von den Steinen bis zum Menschen statuiert, schlingt ein gemeinsames Band um alle Wesen der Erde. Dasselbe gilt von dem aristotelischen Gesetz der Analogie. Nach diesem haben die Geschöpfe der verschiedenen organischen Gruppen entsprechende Teile. Was bei den Vierfüßlern die Haare, sind bei den Vögeln die Federn, bei den Fischen die Schuppen, bei den eierlegenden Vierfüßlern die Panzer. Den Zähnen und Lippen der meisten Bluttiere entspricht bei den Vögeln der Schnabel. Ebenso sind die Arme des Menschen, die Vorderfüße der Vierfüßler, die Flügel der Vögel und die Scheren der Krebse analoge Organe. Der Elefant hat statt der Hände den Rüssel. Die Nägel sind den Klauen gleichwertig. Bei Fischen und Schlangen werden die Knochen durch Knorpel und Gräten, bei niedern Tieren durch Schalen und Gehäuse ersetzt. Statt des Herzens haben die blutlosen Tiere ein ähnliches Zentralorgan, statt des Blutes eine entsprechende Flüssigkeit, die dieselben Kräfte besitzt wie bei den blutführenden das Blut. Ebenso verhält es sich mit dem Fleisch und Fett. Statt der Lunge dienen den Fischen die Kiemen zur Atmung. Bei den Pflanzen hat die Wurzel die Aufgabe der Nahrungsaufnahme und entspricht also dem Mund der Tiere.

In allen diesen Spekulationen des Aristoteles tritt uns der Gedanke der Einheit der organischen Natur klar entgegen. Aber die Form, in der er diesen Gedanken ausdrückt, die Art, in der er ihn begründet, entspricht nicht unserer heutigen, auf genetische Gesichtspunkte gegründeten Einheitsauffassung, so nahe er auch daran zu rühren scheint. Die Analogie der Organe, die Aristoteles lehrt, beruht nicht auf Blutsverwandtschaft, und seine organische Stufenleiter ist keine Entwicklungsreihe. Jede einzelne Form ist unabhängig von der andern, und in jeder einzelnen ringt die formbildende Kraft mit dem Stoff, sucht die Form den Stoff zu meistern, und nur dadurch, daß ihr dies bald mehr, bald weniger gelingt, wird die Stufenreihe bedingt, nicht dadurch, daß die niederen organischen Formen sich zu höheren emporarbeiten. Trotz der scheinbaren Anklänge an die heutigen Entwicklungsvorstellungen, die in der Statuierung von Zwischenformen, in der Idee der Stufenleiter und der Lehre der analogen Organe bei Aristoteles vorhanden sind, steht seine organische Naturphilosophie in ent-

schiedenem Gegensatz zur genetischen Auffassung und ist durchdrungen von dem Prinzip der Unveränderlichkeit der Art.

Der Begriff der Art oder Spezies ist bei Aristoteles schon ziemlich scharf bestimmt. Er gründet ihn wesentlich auf die morphologischen Verhältnisse der Formähnlichkeit, wie z. B. daraus hervorgeht, daß er den Volksglauben an die Verwandlung des Falken in den Kuckuck durch den Hinweis auf ihre morphologischen Verschiedenheiten bekämpft. Der Falke, sagt er, ist krummklauig, der Kuckuck nicht, und auch am Kopfe sind beide verschieden. Nur in der Farbe gleicht der Kuckuck dem Falken, aber die bunten Flecke des Falken sehen wie Striche aus, die des Kuckucks wie Punkte. Bei den Löwen unterscheidet Aristoteles zwei Arten, die er auf Formverschiedenheiten gründet, die eine ist runder mit krauser Mähne, die andere länger mit schöner Mähne.

Auch das physiologische Moment der Fruchtbarkeit zieht Aristoteles einmal heran, um den Artbegriff zu präzisieren, indem er sagt, daß die Halbesel Syriens so genannt werden wegen ihrer Ähnlichkeit mit dem Esel, obgleich sie keineswegs zu derselben Art gehören, sondern eine besondere Art bilden, da sie sich begatten und miteinander zeugen. Im übrigen aber wird die fruchtbare Vermischung von Aristoteles nicht als Kriterium der Art angesehen, denn er hält die Begattung verschiedener Arten für möglich und für fruchtbar. In seiner Tiergeschichte führt er aus, daß die Paarung allerdings naturgemäß zwischen solchen Tieren stattfindet, die zu derselben Art gehören, aber auch zwischen solchen nah verwandter Arten, wenn sie an Größe ziemlich gleich sind und die Trächtigkeitsdauer gleich ist, z. B. zwischen Hunden, Füchsen und Wölfen. Aristoteles glaubt, daß in Kyrene sich die Wölfe fruchtbar mit den Hunden vermischen, daß die lakonischen Hunde von Fuchs und Hund abstammen und die indischen Hunde vom Tiger und Hund fallen. In Libyen sollen sich die wegen Regenmangels an den Gewässern zusammentreffenden Tiere vermischen, auch wenn sie nicht zu derselben Art gehören. Unter den Vögeln ist nach Aristoteles nur der Goldadler echt, alle übrigen sind vermischt und wechselseitig gefälscht. In bezug auf Meerestiere weiß er noch nichts Nennenswertes der Art mitzuteilen, doch hält er es für möglich, daß Engelhai und Dornrochen den Engelrochen erzeugen, der im Kopf

und vordern Teil dem Dornrochen, im hintern Teil dem Engelhai gleicht. Alle diese durch die Vermischung verschiedener Arten entstandenen Bastarde sind nach Aristoteles fruchtbar, die unfruchtbaren Maulesel bilden eine Ausnahme. Er nimmt also weder die Fruchtbarkeit der ersten noch die der zweiten Generation als durchgreifendes Kriterium für die Zugehörigkeit verschiedener Formen zu derselben Art in Anspruch, und es bleibt ihm daher nur die Formähnlichkeit als entscheidender Faktor übrig.

Aristoteles war sich aber bereits der großen Schwierigkeiten bewußt, die bei Gründung der Artunterscheidung auf morphologische Charaktere aus der Variabilität der organischen Formen entspringen. Er kannte die Variationen, die durch das Alter, die Jahreszeiten, die Nahrung und die Lokalität bedingt werden, sowie die spontan entstandenen Mißbildungen. In seiner Tiergeschichte führt er folgende darauf bezügliche Tatsachen an: Der Kranich ist in der Jugend aschgrau und bekommt im Alter schwärzere Federn. Die Schakale haben im Winter und im Sommer eine verschiedene Farbe, auch werden sie im Sommer kahl und im Winter haarig, weshalb manche mehrere Arten unterscheiden. Viele Vögel ändern nach den Jahreszeiten Farbe und Stimme, so die Amsel, die Drossel, die Nachtigall, der Kuckuck und der Wiedehopf. Das Hausrotschwänzchen ist ein Wintervogel, das Gartenrotschwänzchen ein Sommervogel, sie unterscheiden sich nur durch die Farbe und sind deshalb als temporäre Formen derselben Art aufzufassen. Dasselbe gilt von der Gartengrasmücke und dem Fliegenschnäpper, jene ist die Spätsommer-, diese die Winterform, da sie sich nur durch Farbe und Stimme unterscheiden. Unter den einfarbigen Vögeln werden die mehr oder weniger schwarzen durch eintretende stärkere Kälte weiß, wie die Raben, Sperlinge und Schwalben. Manche Tiere wechseln mit dem Wechsel des Wassers auch die Farben der Haare, denn dieselben Tiere werden an dem einen Ort weiß, an dem andern schwarz. In Mysien sind zwei Flüsse, von denen der eine die Schafe weiß, der andere sie schwarz färbt. Der Fluß Skamandros scheint die Schafe gelb zu färben. In Ägypten sind einige Tiere größer als in Hellas, wie die Rinder und Schafe, andere kleiner, wie die Hunde, Wölfe, Hasen, Füchse, Raben und Falken, noch andere gleich groß, wie die Krähen und Ziegen. Die Ur-

sache dieser Erscheinung ist das bald reichlichere, bald spärlichere Vorhandensein der Nahrungsmittel. In Illyrien, Thracien und Epeiros sind die Esel wegen der strengen Winter klein, im skythischen und keltischen Lande gibt es überhaupt keine. Die Aufenthaltsorte machen auch in den Gewohnheiten einen Unterschied. So haben die Gebirgstiere und die Tiere rauherer Gegenden, wie z. B. die Schweine auf dem Athos, ein wilderes und kräftigeres Aussehen als die Tiere der Ebenen und milden Gegenden. In der Umgebung von Pharos sind die Skorpione nicht gefährlich, in Karien dagegen sind sie gefährlich.

Neben diesen, die Grenzen des Normalen nicht überschreitenden Variationen erwähnt Aristoteles die Mißbildungen. Kinder mit Widder- und Stierköpfen, Kälber mit Kindsköpfen, Schafe mit Ochsenköpfen, Ziegen mit Hörnern an den Schenkeln, Hühner mit vier Schenkeln und Flügeln, zweiköpfige Schlangen, Kinder mit mehr als fünf Fingern oder mit nur einem Finger, Menschen und Ziegen mit zweierlei Schamteilen sind ihm Beispiele für die Mißbildung der äußern Körperteile. Das gelegentliche Fehlen der Milz, der Gallenblase oder einer Niere, das Vorhandensein von zwei Milzen oder mehrerer Gallenblasen, die Lage der Leber auf der linken, der Milz auf der rechten Seite beweisen ihm, daß auch die innern Teile Veränderungen und Verstümmelungen unterworfen sind. Er betont, daß Mißbildungen selten bei den Tieren vorkommen, die nur ein Junges gebären, und häufiger bei denen, die viele Jungen werfen, da die Menge der Jungen gegenseitig ihre Vollendung und die Wirkung der zeugenden Kraft hindert. Er betont ferner, daß alle erwähnten Mißbildungen bei ausgewachsenen Tieren beobachtet worden sind und daß bei den eben geborenen Tieren noch zahlreichere Störungen vorkommen. Von diesen pflegen die, die sich von dem Natürlichen nur wenig entfernen, am Leben zu bleiben, dagegen die, welche sich weiter entfernen, nicht, sobald die naturwidrige Bildung die eigentlichen Lebensorgane betrifft. Damit weist Aristoteles auf die Auswahl begünstigter Formen durch den Kampf ums Dasein hin. Auch sonst berücksichtigt er diesen Kampf und die Wechselbeziehungen der organischen Wesen. In seiner Tiergeschichte führt er aus, daß die Tiere miteinander in Kampf geraten, wenn sie sich an denselben Orten aufhalten und mit denselben Dingen ihr Leben fristen, und daß bei seltener Nahrung sogar die zu

derselben Gattung gehörenden Tiere miteinander kämpfen. Er schildert die Kämpfe der Vögel untereinander und mit andern Tieren, die Streitigkeiten der vierfüßigen Tiere mit den Vögeln und unter sich, die Feindschaften und Freundschaften der Fische. Doch ist er weit entfernt davon, den Kampf ums Dasein und die durch ihn bedingte Auswahl günstiger Variationen irgendwie im Sinne der Selektionstheorie als artumbildenden Faktor zu verwerten.

Sowohl die spontan auftretenden als auch die durch äußere Einflüsse erworbenen Variationen werden nach Aristoteles vererbt. Er lehrt die Vererbung erworbener Eigenschaften und belegt sie durch folgende Fälle: Wenn die Eltern Narben hatten, wurde auch bei ihren Kindern an derselben Stelle das Zeichen der Narbe beobachtet. In Chalcedon zeigte sich bei dem Kinde eines Vaters, der auf dem Arm ein Brandzeichen hatte, derselbe Buchstabe, nur verwischt und nicht scharf ausgeprägt. Auch die Erscheinung der latenten Vererbung war Aristoteles bekannt. Er erzählt, daß in Elis ein Mädchen mit einem Mohren Umgang hatte, wobei nicht ihre Tochter, sondern deren Sohn von schwarzer Farbe war. Aristoteles teilt aber diese Tatsachen nicht nur mit, sondern sucht sie auch durch eine Vererbungstheorie zu erklären, wobei er zugleich die Ursachen der Entstehung männlicher und weiblicher Individuen berücksichtigt.

Das Erzeugende, lehrt er, wirkt in verschiedenen Richtungen, als Männchen, als Individuum und als Mensch. Der Antrieb in einer Richtung kann zugrunde gehen, dann schlägt er in das Gegenteil um, der des Vaters in den der Mutter, der des Vaterindividuums in den des Mutterindividuums. Der Antrieb kann auch geschwächt werden, dann geht er in den nächstliegenden Antrieb über, in den des Vaters des Erzeugers oder bei stärkerer Schwächung in den des Großvaters oder einer noch früheren Generation. Die Ursache, daß die Antriebe unterliegen, besteht entweder in ihrer geringen Kraft und Wärme oder in der Kälte des zu bewältigenden Stoffes. Die Ursache der Schwächung der Antriebe liegt in der Gegenwirkung des Stoffes. Aus der Anwendung dieser allgemeinen Prinzipien ergeben sich für Aristoteles folgende, die Vererbungstatsachen beleuchtenden Gesetze:

Wenn der vom Vater ausgehende Antrieb in allen Beziehungen überwiegt, so entsteht ein Knabe, der dem Vater ähnlich

ist. Wenn der vom Vater in seiner Eigenschaft als Mann ausgehende Antrieb überwiegt, der vom Vater als Individuum ausgehende aber nicht, so entsteht ein Knabe, der der Mutter ähnlich ist. Wenn der vom Vater in seiner Eigenschaft als Mann ausgehende Antrieb unterliegt, der vom Vater als Individuum ausgehende aber nicht, so entsteht ein Mädchen, das dem Vater ähnlich ist. Wenn der vom Vater in seiner Eigenschaft als Mann und als Individuum ausgehende Antrieb unterliegt, so entsteht ein Mädchen, das der Mutter ähnlich ist. Wenn der vom Vater in seiner Eigenschaft als Mann ausgehende Antrieb erhalten, der von ihm als Individuum ausgehende aber geschwächt wird, so entsteht ein Knabe, der dem Großvater oder einem der frühern Vorfahren ähnlich ist. Wenn der vom Vater in seiner Eigenschaft als Mann und Individuum ausgehende Antrieb bewältigt, der von der Mutter als Individuum ausgehende aber geschwächt wird, so entsteht ein Mädchen, das der Großmutter oder einem frühern mütterlichen Vorfahren gleicht. Wenn alle Bewegungsantriebe geschwächt werden, so gleicht das Junge keinem der Angehörigen und Verwandten mehr, sondern es bleibt nur das ihnen allen Gemeinsame, daß es ein Mensch ist. In äußersten Fällen wird der Bildungstrieb so weit geschwächt, daß das Kind nicht mehr menschliches Wesen ist, sondern einem Tier gleicht, also eine Mißgeburt darstellt.

Aristoteles ist keineswegs der erste Philosoph, der eine Vererbungstheorie aufgestellt hat, denn er bekämpft bereits die Ansichten anderer Forscher. Durchaus unhaltbar erscheinen ihm alle Erklärungen, die annehmen, daß der Samen vom ganzen Körper herkommt und das Junge dem Erzeuger ähnlicher wird, von dem mehr Samen herkommt, aber keinem von beiden ähnlich wird, wenn eine gleiche Menge von beiden kommt. Abgesehen davon, daß Aristoteles die Herkunft des Samens vom ganzen Körper nicht für möglich hält, sieht er nicht ein, wie nach jenen Erklärungen ein Mädchen dem Vater und ein Knabe der Mutter ähnlich sein könne, da es unmöglich sei, daß zugleich von beiden Eltern mehr Samen herkomme. Auch scheinen sie ihm nicht verständlich zu machen, warum die Kinder oft den Vorfahren, selbst den entfernten, ähnlich sehen, da von diesen kein Samen hergekommen ist. Eine andere Ansicht, nach der die Samenflüssigkeit aus vielen Stoffen gemischt ist und das

Junge dem Erzeuger ähnlich wird, von dem das meiste hineinkommt, bezeichnet Aristoteles als nicht ganz deutlich, schreibt ihr aber einen richtigen Grundgedanken zu, indem die verschiedenen Stoffe in dem Samen zwar nicht der Wirklichkeit, wohl aber der Möglichkeit nach vorhanden seien. Im übrigen hält er es jedoch nicht für möglich, die mannigfaltigen Vererbungstatsachen aus einer einzigen Ursache zu erklären.

Mit dem Vererbungsproblem in innigem Zusammenhang steht das Problem der Präformation, die Frage, ob die Teile des Organismus auf einmal oder nacheinander entstehen. Auch diese Frage hat Aristoteles bereits behandelt, und er vertrat mit Entschiedenheit die Lehre der Epigenesis. „Daß die Teile nicht zugleich entstehen," sagt er, „ist deutlich wahrzunehmen, man sieht, daß manche Teile schon vorhanden sind, andere aber noch nicht, es ist unzweifelhaft, daß man sie nicht etwa nur wegen ihrer Kleinheit nicht sieht, denn obgleich die Lunge einen größern Umfang hat, als das Herz, so zeigt sie sich doch im Anfang der Entwicklung später als das Herz."

Aristoteles kennt auch bereits das von Baer mit so großem Nachdruck betonte Gesetz, daß der Embryo zuerst die allgemeinen und dann die spezifischen Charaktere aufweist. „Das Tierwerden und Menschwerden und das Tierwerden und Pferdwerden", sagt er, „ist nicht gleichzeitig, ebenso bei allen andern Tieren, das Ziel und die Vollendung geschieht zuletzt, das Eigentümliche ist das Ziel der Entwicklung eines jeden." Ja, Aristoteles erkennt bereits einen gewissen Parallelismus zwischen der organischen Stufenleiter im großen und der embryonalen Entwicklung. Anfänglich scheinen ihm alle Tierfoeten eine Art Pflanzenleben zu führen, indem sie nur die Ernährungsseele besitzen, erst später bekommen sie auch die Empfindungsseele, kraft deren sie Tiere sind. Beim Menschen tritt die Denkseele erst ganz zuletzt auf. Natürlich kann Aristoteles die Erklärung dieses Parallelismus nicht wie die heutigen Vertreter des biogenetischen Grundgesetzes in der Vererbung finden, da seine Stufenleiter keine Entwicklungsreihe ist. Auch hier macht er gerade an dem Punkt Halt, wo die moderne Entwicklungslehre einsetzt, und wir müssen uns daher hüten, aus seinen verführerisch klingenden Sätzen mehr herauszulesen, als wirklich darin enthalten ist.

Von einer Entwicklung des organischen Lebens von niederen zu höheren Formen ist bei Aristoteles keine Rede. Er nimmt überhaupt keine Entstehung der organischen Wesen an, sondern hält die Welt mit ihren pflanzlichen und tierischen Bewohnern für ewig und ungeworden. Auch der Mensch muß nach ihm seit Ewigkeit her vorhanden sein, denn da er den Endzweck der irdischen Natur bildet, so müßte diese unendliche Zeit hindurch unvollendet gewesen sein, wenn sie jemals ohne Menschen existiert hätte. Nur die einzelnen Individuen vergehen, die Arten bestehen seit Ewigkeit und werden für alle Ewigkeit bestehen bleiben.

Wohl spricht Aristoteles in seinem Buch über die Zeugung auch von der ersten Entstehung der Menschen und Tiere. Aber er nimmt diese nur ganz hypothetisch an, er stellt sich vorübergehend auf den Standpunkt derer, die an eine erste Entstehung der Tiere aus der Erde durch spontane Zeugung glauben, und untersucht, wie man sich diese vorzustellen habe. Er hält hier zwei Fälle für möglich, die Entstehung aus Würmern und die Entstehung aus Eiern. Dabei versteht er unter Wurm einen Keim, der als Ganzes in das werdende Tier übergeht und seine Nahrung in sich hat, unter Ei einen solchen, der teils dem werdenden Ei seine Entstehung gibt, teils ihm zur Nahrung dient. Die ersten Tierkeime mußten nun die zum Wachstum erforderliche Nahrung entweder in sich haben, also Würmer sein, oder sie mußten sie anderswoher nehmen, entweder aus der Erzeugerin oder aus einem Teile des Keimes. Aus der Erzeugerin, der Erde, konnte die Nahrung nicht zufließen, wie bei den Tieren aus der Gebärmutter, sie konnte daher nur aus einem Teile des Keimes genommen werden, der somit den Charakter eines Eies besaß. Die Entstehung aus dem Ei hat aber nach Aristoteles weniger Grund für sich als die Entstehung aus Würmern, da wir heute kein Tier aus spontan entstandenen Eiern hervorgehen sehen, wohl aber manche Tiere aus spontan entstandenen Würmern. Die Aale z. B. bilden sich nach Aristoteles aus den sogenannten Eingeweiden der Erde, den Regenwürmern. Wie er in seiner Tiergeschichte berichtet, legen sie keine Eier und hat man niemals einen mit Samen oder mit Eiern gefangen, auch bei der Zergliederung weder Samengänge noch Eileiter gefunden. Sie entstehen vielmehr spontan, wenn, nachdem in sumpfartigen Seen das ganze Wasser erschöpft und der Schlamm zusammengeschrumpft

ist, sich wieder Regenwasser ansammelt, dagegen bilden sich keine in trockenen Zeiten und in beständigen Seen.

Aristoteles nimmt also an, daß auch heute noch eine Urzeugung stattfindet. Für die meisten Bluttiere, die Säugetiere, Vögel, eierlegenden Vierfüßler, Wale und Fische, hält er allerdings nur die Elternzeugung für möglich, die Aale bilden in dieser Hinsicht eine Ausnahme. Dasselbe gilt von den Schäumlingen, die sich aus dem sandigen Boden oder in dem vom Regenwasser hervorgebrachten Schaume bilden sollen. Aber unter den blutlosen Tieren führt Aristoteles zahlreiche auf, die heute noch durch spontane Zeugung entstehen, und zwar aus allen Stoffen, die Lebensunterhalt darbieten, aus fauler Erde, Pflanzen, altem Schnee, altgewordenem Wachs, Feuer und den in den Teilen anderer Tiere befindlichen Ausscheidungen.

Die Schaltiere entstehen im Schmutz, und zwar je nach der Verschiedenheit des Schmutzes andere: in dem schlammigen die Austern, in dem sandigen die Flußmuscheln, um die Spalten des Gesteins die Seescheiden, Meereicheln, Napf- und Mondschnecken. Die sogenannten Eier der Schaltiere tragen zur Zeugung nichts bei, sondern sind ein Zeichen guten Nahrungszustandes, wie bei den Bluttieren das Fett. Auf dieselbe Weise wie die Schaltiere entstehen die Quallen und Schwämme in den Spalten des Gesteins. Der Einsiedlerkrebs entsteht zuerst aus der Erde und dem Schlamm, dann kriecht er in leere Muschelschalen. Manche Kerbtiere entstehen von selbst, teils aus dem auf die Blätter fallenden Tau, teils in faulendem Kot und Mist, teils im Holz, teils in Tierhaaren, teils im Fleisch der Tiere und teils in den tierischen Ausscheidungen, entweder in den schon abgegangenen oder in den noch in den Tieren befindlichen, wie die Eingeweidewürmer. Die Schmetterlinge gehen aus den Raupen hervor, die an grünen Blättern, besonders denen des Kohls entstehen. Die Motten bilden sich aus Wolle und zwar um so eher, wenn die Wolle Staub enthält, hauptsächlich aber dann, wenn eine Spinne mit eingeschlossen worden ist, denn diese saugt die noch etwa in ihr enthaltene Feuchtigkeit auf und trocknet sie aus. Die Schnaken entstehen aus den Maden und diese aus dem Schlamm der Brunnen oder wo eine Ansammlung von Wasser mit erdigem Bodensatz stattfindet. Die Zecken entstehen aus dem Rasen, die Blindfliegen aus dem Holze, die Stechfliegen aus Würmern, die

sich in den Hefen des Essigs erzeugen, die Flöhe aus trockenem Kot, die Wanzen aus dem äußerlich an den Tieren sich bildenden Schweiß, die Läuse aus dem Fleisch in kleinen eiterlosen Mälern, die Fischläuse aus dem Schlamm des Meeres, die Monatskäfer aus den Würmern im Miste von Rindern und Eseln, die Immenkäfer aus den Bienenstöcken. Auf Cypern, wo der Erzstein geschmolzen wird, entstehen darin im Feuer geflügelte Tierchen, die etwas größer als die großen Stubenfliegen sind und durch das Feuer hüpfen und laufen. Endlich können gewisse Pflanzen durch elternlose Zeugung entstehen.

Aristoteles versucht auch, den Prozeß der spontanen Zeugung näher im einzelnen zu schildern. Er denkt sich, daß dabei Wasser, Luft und Erde zusammentreten. Die Wärme der Luft entspricht der erregenden Kraft des männlichen Tieres. Ob das, was sich bildet, eine vollkommene oder unvollkommene Art wird, ist bedingt durch die verhältnismäßige Menge der zusammentretenden Stoffe. Im Meerwasser ist eine Menge erdigen Stoffes, daher entspringt aus einer solchen Mischung die Bildung der Schaltiere, indem das Erdige ringsum erhärtet.

Die durch Urzeugung entstandenen Tiere haben männliches und weibliches Geschlecht; begatten sie sich, so entsteht daraus zwar etwas, aber Unvollkommenes; aus den Läusen die Nisse, aus den Stubenfliegen die Maden, aus den Flöhen die eiartigen Würmer, woraus weder das Erzeugende noch irgend ein anderes Tier, sondern nur wieder das Gleiche entsteht.

Wir sehen, daß die Urzeugungslehre unter den biologischen Darlegungen des Aristoteles einen breiten Raum einnimmt. Aber eine Beziehung zu dem Problem der Speziesentstehung hat sie bei ihm nicht, denn indem er die Spezies für ewig erklärt, kommt für ihn die Frage nach ihrer Entstehung überhaupt nicht ernstlich in Betracht. Seine Bedeutung für die Geschichte der Deszendenzlehre besteht daher nicht in seinen biogenetischen, sondern in seinen teleologischen Ansichten, sowie in der umfassenden Weise in der er die biologischen Phänomene seiner Forschung unterwarf.

Unter den Schülern des Aristoteles nimmt Theophrast die erste Stelle ein. Er schloß sich in den Grundprinzipien durchaus an die Lehren seines Meisters an, war jedoch keineswegs blind für die Schwierigkeiten des aristotelischen Systems und betonte diese besonders bezüglich der teleologischen Naturerklärung. Es

sei nicht immer zweifellos, meinte er, ob etwas eines bestimmten Zweckes wegen oder nur infolge des Zufalls oder der blinden Naturnotwendigkeit wegen vorhanden sei. Selbst wenn man im großen und ganzen eine Zweckmäßigkeit annehmen wolle, könne man sie nicht überall in gleichem Maße nachweisen, ja man müsse zugeben, daß das Unzweckmäßige das Zweckmäßige überwiege. Dagegen stimmt Theophrast mit Aristoteles in der Ansicht von der Ewigkeit der Welt überein. Auch er hält die Welt für ungeworden und das Dasein der Menschheit für anfangs- und endlos. Um den verhältnismäßig jungen Ursprung der Kultur mit dieser Auffassung in Einklang zu bringen, nimmt er an, die Menschheit werde von Zeit zu Zeit durch verheerende Naturereignisse auf weiten Länderstrecken teils ganz vertilgt, teils in den Zustand ursprünglicher Barbarei zurückgeworfen.

Große Verdienste hat sich Theophrast auf dem Gebiet der Botanik erworben. Durch seine zwei Werke über die Pflanzen wurde er der Begründer dieser Wissenschaft in demselben Sinn wie Aristoteles der Begründer der Zoologie. Theophrast sieht in den Pflanzen lebende Wesen, und als den Sitz ihres Lebens betrachtet er ihre natürliche Wärme und Feuchtigkeit. Diese beiden Faktoren sind ihm die wichtigsten Ursachen der charakteristischen Eigenschaften, durch die sich die verschiedenen Pflanzenarten voneinander unterscheiden. Das Gedeihen der Pflanze aber ist ihm abhängig von der Harmonie zwischen der eigenen Natur der Pflanze und der äußern Umgebung. Je mehr die Wärme und Feuchtigkeit des Bodens, die Einwirkung der Sonne und der Bewässerung in Einklang stehen mit der inneren Wärme und Feuchtigkeit der Pflanze, desto günstiger wird ihre Entwicklung sich vollziehen. Es sind also zwei Faktoren, die nach Theophrast das Gedeihen der Pflanze bedingen: einerseits die eigene Natur der Pflanze und andererseits die äußern Einflüsse. Diese physikalischen Momente sind ihm aber nicht die letzten Gründe der Pflanzenentwicklung, er will vielmehr die physikalische Erklärung ergänzt wissen durch die teleologische, die sowohl die eigene Vollkommenheit der Pflanze als auch ihren Nutzen für den Menschen ins Auge faßt. So huldigt auch Theophrast letzten Endes einer teleologischen Weltansicht, trotz der Schwierigkeiten, die er gegenüber den teleologischen Lehren des Aristoteles geltend gemacht hatte.

Es wird uns auch eine Äußerung Theophrasts mitgeteilt, in der er ausführt, daß die menschliche Seele der tierischen gleichartig sei, dieselben Lebenstätigkeiten und Zustände habe und sich nur durch größere Vollkommenheit von ihr unterscheide. Nach Zeller kann sich dies aber nur auf die untern Seelenkräfte mit Ausschluß der Vernunft beziehen.

Mit Aristoteles und seinen Schülern schließt die zweite Periode der griechischen Philosophie. Während in ihr die teleologische Naturansicht zur Alleinherrschaft gelangt war, kommt in der nacharistotelischen Philosophie der alte Gegensatz zwischen Mechanismus und Teleologie wieder zur Geltung. Die Stoiker huldigten einer teleologischen, die Epikuräer einer mechanischen Weltansicht. Wohl waren die stoischen Philosophen Materialisten, indem sie alles für körperlich erklärten, aber sie unterschieden innerhalb des Körperlichen zwei Prinzipien: das Leidende und das Wirkende, den Stoff und die Kraft. Auf die Kraft, die ihnen identisch war mit dem Feuer, führten sie alles Leben in der Welt zurück. Sie war ihnen die Seele und die höchste Vernunft der Welt, ein gütiges, wohltätiges, menschenfreundliches Wesen. Die Existenz dieses Wesens erschlossen sie aus der Zweckmäßigkeit der Welt, die sie bewundernd hervorhoben. Sie schien ihnen ohne einen vernünftigen Welturheber unerklärlich. Ein so großes Werk wie die Welt, führt Kleanthes aus, kann nicht ohne einen Lenker bestehen, der regelmäßige Gang der Gestirne kann nicht Folge eines zufälligen Anstoßes sein, da Zufälliges oft verwirrt wird und ein regelloser Stoff sich nicht selbst ordnen kann. Was zufällig zusammengekommen ist, kann nicht so künstlich schweben, daß die schwere Erdmasse unbeweglich festsitzt und die Flucht des um sie sich drehenden Himmels betrachtet, daß die Meere die Länder befeuchten, ohne von den Flüssen einen Zuwachs zu verspüren, und daß aus kleinem Samen riesig Großes erwächst. Die Zweckmäßigkeit der Welt aus dem zufälligen Zusammentreffen der Atome erklären zu wollen, meint Cicero im Sinne der Stoiker, sei gerade so vernünftig, als anzunehmen, daß aus einem Haufen Metallbuchstaben, die man auf die Erde schütte, die Annalen des Ennius hervorgehen könnten. Und derselbe Schriftsteller bezeichnet die außerordentliche Mannigfaltigkeit und Verschiedenartigkeit der Naturgebilde als eine Tatsache, die die Stoiker mit Bewunderung gegen den göttlichen Künstler erfüllte.

Die von den Stoikern gelehrte Teleologie ist aber wieder die rein äußerliche naive Zweckmäßigkeitsvorstellung des Sokrates und bezeichnet einen entschiedenen Rückschritt gegenüber der geläuterten Lehre des Aristoteles. Jedes Ding ist nach den Stoikern um eines andern willen gebildet worden, die Pflanzen zur Nahrung für die Tiere, die Tiere zur Nahrung und zum Dienst des Menschen, die ganze Welt zur Wohnung für die Menschen und Götter. Wie eine Stadt zum Gebrauch ihrer Bewohner da ist, so ist die Erde zum Gebrauch des Menschen da. Epiktet nennt es eine große Unverschämtheit und Empfindungslosigkeit, zu behaupten, niemand habe es erdacht, daß aus dem Gras Milch werde, aus der Milch Käse, aus der Haut Wolle. „Groß ist Gott", ruft er aus, „daß er uns Hände gab und einen schluckenden Gaumen und einen Magen, daß wir unvermerkt wachsen und schlafend atmen. Und wie schön, anständig und ehrwürdig ist das Zeichen des Bartes, durch das die Natur das Männliche und das Weibliche unterschied, so daß wir nicht vor uns ausrufen zu lassen brauchen, weß Geschlechtes wir sind. Der Bart ist schöner als der Kamm des Hahnes und prächtiger als die Mähne des Löwen." Und nicht weniger weisen die Sehkraft, das Sichtbare und das Licht auf die Fürsorge des göttlichen Künstlers für den Menschen hin. Denn wenn Gott Farben gemacht hätte, aber nicht die Kraft, sie zu sehen, oder wenn er die Kraft gemacht hätte, aber die Dinge nicht so geschaffen hätte, daß sie unter die Sehkraft fielen, oder wenn er beides geschaffen hätte, aber kein Licht, so nützte es nichts. Er paßte dieses jenem, jenes diesem an, das Schwert der Scheide, die Scheide dem Schwert. Daher sollten wir, wenn wir Verstand hätten, nichts anderes tun, als die Gottheit besingen und lobpreisen, beim Graben, beim Ackern und Essen.

Sehr naiv sind die Vorstellungen der Stoiker über die Bestimmung der Tiere. Nach Epiktet ist der Esel geschaffen worden, um dem Menschen als Lastträger zu dienen, und da er als solcher gehen mußte und zum Gehen des Vorstellungsvermögens bedurfte, so hat er auch dieses erhalten. Nach Chrysippus ist das Pferd zum Reiten, der Stier zum Pflügen, das Schaf zur Bekleidung, der Hund zum Jagen und zur Bewachung des Hauses bestimmt. Das Schwein dient lediglich der menschlichen Nahrung, und damit es nicht faule, ist ihm die Seele statt des Salzes gegeben worden.

Austern, Geflügel und Fische sind ebenfalls Nahrungsmittel des Menschen, während die Raubtiere ihm Gelegenheit geben, sich in der Tapferkeit zu üben. Selbst anscheinend schädliche und lästige Tiere sind dem Menschen wohltätig, so die Wanzen, indem sie ihn an allzu langem Schlafe verhindern, und die Mäuse, indem sie ihn veranlassen, seine Sachen nicht umherliegen zu lassen.

Bei manchen Stoikern begegnet uns jedoch eine höhere Auffassung der Zweckmäßigkeit in der Natur. So bei Seneka, wenn er sagt, daß Gott die Welt um ihrer selbst willen nach eigenen Gesetzen lenkt und daß es beim Wüten des Meeres, endlosen Regengüssen und strengem Winter gar nicht auf uns abgesehen sei. Er nennt es sehr eingebildet von uns, zu meinen, daß um unsretwillen so gewaltige Kräfte in Bewegung gesetzt werden müssen. Auch der kaiserliche Stoiker Marc Aurel sieht die zweckvolle Einrichtung der Welt weniger in ihrem Nutzen für den Menschen als in dem harmonischen Zusammenklang aller ihrer Teile. Es gibt nichts im Weltsystem, sagt er, was nicht dem Weltsystem dient. Die Weltnatur kann durch nichts von außen her gezwungen werden, etwas ihr selbst Schädliches zu erzeugen. Ja, sie erzeugt sogar nichts Gleichgültiges und Unwesentliches. Hat jemand Empfänglichkeit und tieferes Verständnis für alles, was im Weltganzen geschieht, so gibt es kaum etwas, das uns nicht als eine Art harmonischer Übereinstimmung mit dem großen Ganzen erschiene. Die zur Erde geneigten Ähren, die Augenbrauen des Löwen, der Schaum an der Schnauze des wilden Schweines und viele andere Dinge haben an und für sich betrachtet nichts Schönes, und doch tragen sie zu ihrem Schmucke bei und machen uns Vergnügen, weil sie Zubehör ihres eigenen Wesens sind. Auch der Rachen des Löwen, das Gift und alles Schädliche, wie Dornen und Sümpfe, sind ein Zubehör der prachtvollen und schönen Welt. Fort also, ruft Marc Aurel aus, mit dem Wahne, als ständen sie mit dem Wesen, das du verehrst, in keiner Verbindung, beachte vielmehr die wahre Quelle aller Dinge.

So sehen die Stoiker sogar in vielem, was andern Menschen als Übel erscheint, notwendige Bestandteile der Weltharmonie. Selbst das Unglück ist nach ihnen für den Weisen nur eine heilsame Übung seiner Kräfte, denn niemand ist unglücklicher als der, dem nie etwas Widriges begegnet. Mißgeschick ist eine

Gelegenheit, Tüchtigkeit zu zeigen. Feuer erprobt das Gold, die Not einen tüchtigen Mann. Und was das moralische Übel betrifft, so erklären es die Stoiker teils daraus, daß es auch der Gottheit nicht möglich gewesen sei, die menschliche Natur frei von Fehlern zu erhalten, teils daraus, daß das Böse um des Guten willen notwendig sei. Denn das Gute kann nicht zum Bewußtsein des Menschen gelangen ohne das Gegengewicht des Bösen. Die Tugend erschlafft, wenn sie keinen Gegner hat.

Mit der teleologischen Weltansicht verbindet sich bei den Stoikern ebenso wie bei Aristoteles die Idee einer stufenweis aufsteigenden Reihe der lebendigen Kräfte. Die organischen Geschöpfe stehen höher als die unorganischen, und unter den beseelten stehen die vernünftigen oben an. Die unorganischen Wesen werden durch eine bloße Eigenschaft zur Einheit zusammengehalten, die Pflanzen durch eine bildende Kraft, die Tiere durch eine Seele und die Menschen durch eine vernünftige Seele. Diese Stufenleiter ist allerdings bei den Stoikern ebensowenig eine Entwicklungsreihe wie bei Aristoteles, aber doch finden sich in den Selbstbetrachtungen des kaiserlichen Stoikers Marc Aurel mehrere Stellen über die Wandelbarkeit der Dinge, die ganz an moderne Ideen anklingen.

„Betrachte unaufhörlich," schreibt er, „wie alles Werdende kraft einer Umwandlung entsteht, und gewöhne dich so an den Gedanken, daß die Allnatur nichts so sehr liebt, als das Vorhandene umzuwandeln, um daraus Neues von ähnlicher Art zu schaffen; denn alles Vorhandene ist gewissermaßen der Same dessen, was aus ihm werden soll." Und an einer andern Stelle sagt er: „Mancher fürchtet sich vor der Verwandlung. Was kann denn ohne Verwandlung werden? Was ist demnach der Allnatur lieber oder angemessener? Kannst du selbst auch nur ein Bad gebrauchen, ohne daß das Holz sich verändere, oder Nahrung genießen, ohne daß die Speisen sich verwandeln? Oder kann sonst etwas Nützliches ohne Verwandlung zur Vollkommenheit gebracht werden? Siehst du es also nicht ein, daß es mit deiner eigenen Verwandlung die gleiche Bewandtnis habe und daß sie für die Allnatur gleichfalls notwendig sei?" „Alles, was du siehst," lautet ein dritter Ausspruch, „wird die allwaltende Natur bald verwandeln und aus diesem Stoff andere Dinge schaffen und aus diesem Stoff wieder andere, damit die Welt immer verjüngt werde."

Ähnliche Gedanken sind auch der gleichzeitig mit den Stoikern lehrenden Schule der Epikuräer nicht fremd. In anderer Hinsicht aber stellt die Naturphilosophie Epikurs einen schroffen Gegensatz zum Stoizismus dar. Epikur erneuert die Atomenlehre Demokrits und die damit verbundene mechanische Weltansicht. Er weist die Annahme göttlicher Leitung ab und bekämpft die Vorstellung, daß die Bewegungen der Gestirne, ihre Verfinsterungen, ihr Auf- und Untergang durch irgend ein vernünftiges Wesen geordnet werden oder geordnet worden sind. Er leugnet zwar die Götter nicht, aber er versetzt sie in die Zwischenräume der Welt, wo sie als vollkommene, leidenlose Wesen leben, ohne sich um das Getriebe der Welt und die Freuden und Leiden der Menschen zu kümmern. Sie würden nicht vollkommen sein, wenn sie in den Weltenlauf eingriffen, denn Arbeiten, Sorgen, Zorn und Gunst vertragen sich nicht mit Glückseligkeit und Selbstgenügsamkeit. So geht die Welt ihren rein mechanischen Gang, und auch das organische Leben ist den ewigen Gesetzen der blinden Notwendigkeit unterworfen. Mancherlei Anklänge an die mechanischen Theorien des Darwinismus sind daher in der Naturphilosophie Epikurs nicht zu verkennen. Besonders das berühmte Lehrgedicht des römischen Epikuräers Titus Lucretius Carus „Über die Natur der Dinge“ legt Zeugnis dafür ab. Es enthält ein abgeschlossenes System des Mechanismus, das an Großartigkeit dem teleologischen System des Aristoteles nicht nachsteht.

Gleich im ersten Buch seines Gedichts drückt Lukretius den Grundgedanken des Mechanismus und seinen Gegensatz zur Teleologie sehr klar in folgenden Versen aus:

> Denn in der Tat, mit Bedacht und wohlüberlegeter Weise
> Haben die Stoffe sich nicht in gehörige Ordnung gefüget
> Noch den Vertrag gemacht zu Bewegungen untereinander,
> Sondern da viele davon, auf mancherlei Weise verändert,
> Im unendlichen All durch Stöße getrieben, sich banden,
> Jegliche Art des Vereins und jede Bewegung versuchend,
> Sind sie endlich dadurch in solcherlei Lage gekommen,
> Durch die jetzo die Summe geschaffener Wesen bestehet.

Und ganz in demselben Sinn heißt es im fünften Buch:

> Denn seit ewiger Zeit, auf mancherlei Weise getrieben,
> Teils durch eignes Gewicht und teils durch Stöße von außen,

13

Haben die Stoffe zuerst sich vermischt auf allerlei Weise
Allerlei Wege versucht, was irgend sie könnten erschaffen
Durch den Zusammentritt in ihrer verschiedenen Verbindung
Und ists Wunder daher, wenn diese zuletzt in dergleichen
Lagen gerieten, in solches Getrieb, wodurch sich anjetzt
Stets sich erneuend, erhält die Summe der sämtlichen Wesen?

Hier ist das Prinzip des Mechanismus zur Erklärung der Welt im Großen angewendet. Aber Lukrez bezieht es auch speziell auf die Organisationsverhältnisse der Tiere. Er bekämpft die teleologische Ansicht, daß die einzelnen Organe des Tierkörpers ihrer Funktion wegen geschaffen worden seien, so das Auge zum Sehen, das Ohr zum Hören, die Beine zum Laufen die Hände zum Greifen und die Zunge zum Sprechen.

Suche vor allem dich nur dem irrigen Wahn zu entziehen
Dich sorgfältig vor ihm mit möglichem Fleiße zu wahren
Daß du nicht wähnest, es seien die glänzenden Lichter der Augen
Dazu geschaffen, damit hinsehen wir können; auch Bein und
Schenkel könnten, gestützt auf den untern Fuß, sich nur deshalb
Beugen, um stattliche Schritte vorwärts zu setzen; auch seien
Nur deswegen vereint mit der starken Schulter die Arme
Und zu den beiden Seiten als dienend die Hände gegeben
Daß wir damit den Gebrauch der Lebensgeschäfte verrichten
Und was übrigens noch auf dergleichen Weise man auslegt
Ist im verkehrten Sinn und verdreht ein richtiges Urteil
Weil an dem Körper nichts des Gebrauches wegen entstanden
Sondern sich aus dem Entstandenen erst desselben Gebrauch gibt.
Auch das Sehen war nicht vor entstandenem Lichte der Augen,
Noch der Rede Gebrauch vor anerschaffener Zunge.
Ja, die Zunge war da lang vor der Entstehung der Sprache
Und vor der Stimme Gehör das Ohr: auch alle die Glieder
Wenigstens dünkt es mich so, sind vor dem Gebrauche gewesen
Und so konnten sie nicht des Gebrauches wegen erwachsen

Mit ganz besonderer Entschiedenheit aber wendet sich Lukrez gegen die naive, lediglich den Nutzen des Menschen ins Auge fassende Teleologie:

Ferner zu sagen, es sei dies herrliche Weltengebäude
Nur um der Menschen willen allein von den Göttern geschaffen,
Solch preiswürdiges Werk sei also gebührend zu loben,
— — — — — — — — — — — — —
Übertreibungen solcherlei Art, mein Memmius, sind mir
Albern, wie könnte denn wohl den Unsterblichen, Seligen etwas
Liegen an unserem Dank, daß unserethalben sie möchten
Irgend beginnen ein Werk?
— — — — — — — — — — — — —
Und welch Übel wär es für uns, wenn nie wir geschaffen?
Nur der Geborene mag so lange sich wünschen zu leben,
Als die wonnige Lust ihn hält, wer aber zuvor nie
Liebe zum Leben genoß, nie stand in der Lebenden Reihen,
Was verliert er dabei, wenn er niemals wurde geboren?

Ferner erinnert der Dichter daran, welch ungeheure Gebiete der Erde für den Menschen unbewohnbar sind: die von Tieren bewohnten Wälder, die Felsen, die ungeheuren Moräste, das Weltmeer und die durch die Glut der brennenden Sonne und den ewigen Eisfall verödeten Zonen. Er weist darauf hin, daß das, was der Mensch im Schweiße seines Angesichts geschaffen hat, durch die Sonnenglut versengt, durch den Regen ersäuft, durch den starrenden Frost getötet oder durch des Windes Gewalt im sausenden Wirbel zerrissen wird. Und weiter fragt er, warum die Natur auf der Erde und im Meere reißende Tiere zum Schaden des Menschen erzeuget und nährt, warum der Wechsel des Jahres uns tötliche Seuchen bringt, warum sich der Tod an Kinder und Säuglinge wagen darf und warum das Menschenkind so viel hilfloser geboren wird als das Vieh und das Wild.

Siehe, das Knäblein, es liegt, bedürftig jeglicher Hilfe,
Einem Gescheiterten gleich, den die Wut der Wellen heranwarf,
Nackt am Boden das Kind, nachdem an die Küsten des Lichtes
Durch die Wehen es erst aus dem Schoße die Mutter hervorbracht.
Traurig füllt es umher den Ort mit Wimmern, wie recht ist
Dem, dem im Leben annoch so manches der Übel bevorsteht

Aber wie anders wächset das Vieh, die Herden, das Wild auf,
Kinderklappern bedürfen sie nicht, noch schmeichelnder
Ammen
Lallendes Kosen, auch nicht den Wechsel veränderter
Kleidung
Nach der Wittrung des Jahrs, nicht brauchen sie Waffen
noch Türme,
Um das Ihre zu schützen, denn alle versorget mit allem
Reichlich die Erde selbst und Natur die bildende Mutter.

Während in den bis jetzt erwähnten Versen des Lukrez die allgemeinen Prinzipien angedeutet sind, nach denen er die Organismen beurteilt, legt er uns an andern Stellen seine Ansichten über die Entstehung der Lebewesen im einzelnen dar. Der Grundgedanke ist wieder wie bei so vielen Philosophen des Altertums das Hervorgehen der Pflanzen und Tiere durch Selbstzeugung aus der Erde. Zuerst entstanden die Pflanzen, die aus der neugebornen Erde hervorsproßten wie Federn, Borsten und Haare aus den Leibern der Tiere. Später folgten die Tiere, die weder vom Himmel gefallen, noch aus salzigem Sumpf gestiegen, sondern gleich den Pflanzen aus der Erde entsprossen sind. Noch jetzt entstehen Tiere auf diese Weise, wieviel mehr mußten daher in frühern Zeiten erzeugt werden, da die Erde noch den Trieb und die Kraft der Jugend besaß. Von den Tieren schlüpften zuerst die Vögel aus den durch Urzeugung entstandenen Eiern, wie jetzt noch im Sommer die Heimchen freien Stückes die glattgerundeten Hüllen verlassen. Dann kamen die andern Tiere aus gebärmutterartigen Bälgen hervor, die aus dem Erdboden hervorsproßten, wo irgend sich nur ein geeigneter Ort fand. Gleichzeitig lenkte die Natur Röhren nach den Stellen, wo die Tiere entstanden, und zwang die Erde, aus ihren geöffneten Adern einen milchartigen Saft zu ergießen, der den jungen Tieren zur Nahrung diente. So reichte die Erde dem Kinde die Speise, die Wärme das Kleid und der sanft aufschwellende Rasen das weiche Bett.

Unter den auf diese Weise durch Selbstzeugung entstandenen ersten Geschöpfen befanden sich auch verschiedene Arten von seltsam geformten Mißgeburten, Wesen mit doppeltem Geschlecht, Stumme und Blinde, Fuß- und Handlose und solche, die mit ganzem Leibe fest aneinandergewachsen waren. Diese Ungeheuer erzeugte die

Erde aber umsonst, die Natur scheute ihre Vermehrung, und sie konnten die gewünschte Blüte des Alters nicht erreichen, sich keine Nahrung verschaffen oder in Werken der Liebe vereinigen. Nur die Formen, die irgendwelche günstigen Eigenschaften besaßen, konnten sich behaupten.

Mehrere Arten demnach der Lebenden mußten schon damals,
Nicht zur Vermehrung geschickt, sich ganz von der Erde verlieren.
Denn die wir jetzt noch sehn der belebenden Lüfte genießen,
Diese schützt und erhielt, seit erster Entstehung derselben,
List und Stärke zum Teil, zum Teil das Vermögen zu fliehen:
Mehrere nahmen wir auch, die sich anempfohlen durch Nutzen,
Willig in unsern Schutz und brachten sie fort auf die Zukunft.
Erst und vor andern hat das Geschlecht des feurigen Löwen
Seine Stärke beschützt, wie die übrigen reißenden Tiere;
Sowie die Füchse die List und die schnellen Läufe die Hirsche.
Aber die treue Brust des leicht nur schlummernden Hundes
Und das ganze Geschlecht der Lasten tragenden Tiere,
Auch das wollige Vieh, die Zucht der gehörneten Herden,
Diese, mein Memmius, sind dem Schutze des Menschen vertrauet.
Denn sie entflohen ängstlich den Tieren des Raubes und suchten
Frieden und ohne Gefahr erworbenes reichliches Futter,
Das wir auch gerne gewähren als Lohn für geleistete Dienste.
Aber welchen von ihnen es selbst versagt die Natur hat,
Teils zu erhalten sich selbst, teils Nutzen zu schaffen dem Menschen,
Wessenwillen wir Schutz und Nahrung ihnen gewähren,
Diese lagen nun da, als Raub und als Beute der andern,
Eingeschlungen ins Netz vom eigenen bösen Verhängnis,
Bis die Natur zuletzt die Gattungen gänzlich vertilgt hat.

In diesen Versen entwickelt Lukrez mit großer Klarheit das empedokleisch-darwinistische Prinzip der Naturauslese durch den

Kampf ums Dasein, ohne jedoch den letzten Schritt zu tun und es zur Erklärung der Entstehung neuer organischer Formen zu benutzen. Aber wenn er auch den eigentlichen organischen Entwicklungsgedanken noch nicht verkündet, so nähert er sich doch unsern heutigen Vorstellungen in vieler Hinsicht mehr als irgend ein anderer Schriftsteller des Altertums. Ganz besonders gilt dies von seinen Ausführungen über die Entwicklung des Menschengeschlechts. Lukrez nimmt zwar keinen wirklich tierischen Ursprung des Menschen an, aber doch ein Emporringen aus niederen, dem Tiere nahestehenden Formen. Das Menschengeschlecht der Urzeit war seiner Lehre nach härterer Natur als das heutige, hatte gewaltige Knochen und starke Sehnen und war abgehärtet gegen Frost, Hitze und ungewohnte Nahrung. Der Urmensch lebte dahin wie die Tiere des Feldes, in Wäldern und Höhlen, ohne Ackerbau, ohne Gesetz und Sitte.

Da war keiner annoch des Pfluges rüstiger Lenker,
Keiner verstand mit Eisen zu lockern die müßigen Äcker,
Oder das zarte Reis in den Schoß der Erde zu senken,
Oder den morschen Ast dem Baum mit der Hippe zu nehmen.
— — — — — — — — — — — — —
Was die Sonn und der Regen verlieh, freiwillig die Erde
Vorbracht, war ein Geschenk, das reichlich genügte dem
    Herzen.
Gütlich taten sie meist sich in eicheltragenden Wäldern;
Früchte des Erdbeerbaumes, die noch jetzt man siehet im
    Winter
Reifen mit Purpurrot, bot damals häufig die Erde,
Größere noch; auch trug die blühende Jugend des Erdreichs
Mehrere wilde Kost, dem dürftigen Menschen zur Labung.
  Quellen und Flüsse luden sie ein, den Durst sich zu stillen,
Wie noch jetzt die Flut, den hohen Gebirgen entströmend,
Weit durch Geräusch herruft die dürstenden Rudel des
    Wildes.
Haingewölbe der Nymphen, die irrend umher sie gewahrten,
Waren ihr Aufenthalt, aus denen das schlüpfrige Naß quoll,
Welches bespülte mit reichlicher Flut die rieselnden Felsen,
Rieselnde Felsen, auf grünendes Moos abträufelnd von oben,
Teils auf ebnem Gefild ausbrach und sprudelnd hervorquoll.
  Noch verstanden sie nicht zu behandeln die Dinge mit Feuer,

Nicht der Felle Gebrauch noch in Raub sich zu kleiden der Tiere,
Sondern bewohnten die Haine, die Wälder und Höhlen der Berge,
Bargen unter Gesträuch die schmutzigen Glieder, gezwungen
Sich vor Regen und Wut der stürmenden Winde zu schützen.
Auf das gemeinsame Wohl ward keine Sorge gerichtet,
Sitten kannten sie nicht, auch nicht den Gebrauch der Gesetze.
Was der Zufall jeglichem gab, das nahm er zum Raub hin,
Jeder nach seinem Trieb nur besorgt für Leben und Wohlsein.

Erst allmählich lernten die Menschen Hütten zu bauen, Felder zu bestellen, Kleider zu fertigen und Feuer zu benutzen. Sie taten sich zu Familien zusammen und wurden milderen Sinnes.

Nachher als sie sich Hütten verschafft und Feuer und Felle,
Und mit dem Manne das Weib begann zusammenzuwohnen,
Als die ergötzliche Frucht der keuschen Ehen erkannt ward
Im gesonderten Liebesverein und man Kinder erblühen sah,
Da erst nahm das Menschengeschlecht die weichere Bildung.

Jetzt entstand auch das Bedürfnis der Sprache. Die Natur zwang den Menschen, mannigfache Laute auszustoßen, das Bedürfnis erpreßte der Dinge Benamung. Es ist dies nicht wunderbar, denn selbst die Tiere bringen, obgleich sie von Natur stumm sind, bei Furcht, Schmerz und Freude verschiedene Laute hervor.

Rümpft der molossische Bracke die weichen hangenden Lefzen,
Wenn man ihn reizt, und knurrt und zeigt die entblößeten Zähne,
Dann ist anders der Laut, womit sein fletschender Grimm droht,
Als wenn mit lautem Gebell er ringsher alles erfüllet.
Doch wenn die Jungen er nun mit schmeichelnder Zunge belecket,
Sie mit den Pfoten kollert, mit zärtlichen Bissen sie anfällt,
Und mit behutsamem Zahn gleichsam zu verschlingen sie scheinet,
Gleicht bei weitem dann nicht sein schmeichelndes spielendes Klaffen
Jenem, wenn eingesperrt er das Haus durchheulet, noch wenn er

Winselnd den Schlägen entflieht, mit eingezogenem Rücken.
Und dann scheinet nicht auch verschieden das Wiehern der Rosse,
Wenn der blühende Hengst voll Jugendkraft im Gestüte
Tobt, vom Sporne gereizt des flügelbeschwingeten Gottes;
Oder zu anderer Zeit aufwiehert mit zitternden Gliedern
Und zum Kampfe bereit durch die Nüstern schnaubet und aufbraust?
Endlich verschiedene Arten der Vögel, des bunten Geflügels,
Habicht, Adler und Möven, die wohnen auf Wogen des Meeres,
Und auf der salzigen Flut sich Nahrung suchen und leben,
Geben von sich zu anderer Zeit ganz andere Stimmen,
Als wenn sie zanken um Raub und sich um die Nahrung bekämpfen.
Teils verändern sie auch mit dem Wetter ihr rauhes Gekrächze,
Wie das bejahrte Krähengeschlecht und die Schwärme der Raben:
Alsdann sagt man von ihnen, sie forderten Wasser und Regen,
Riefen zuweilen mit ihrem Geschrei die Winde und Stürme.

In diesen Versen offenbart sich uns Lukrez als scharfer Naturbeobachter, der den Regungen der Tierseele mit Verständnis gefolgt ist und das Band erkannt hat, das Mensch und Tier miteinander verbindet.

Während Lukrez und die übrigen Epikuräer eine positive mechanische Naturansicht entwickelten, beschränkten sich die Skeptiker wesentlich auf eine Kritik der teleologischen Lehren. So bezweifelt Karneades die stoische Ansicht von der Vernünftigkeit und Zweckmäßigkeit der Welt. Er fragt, woher all die dem Menschen verderblichen und gefährlichen Dinge, wie Ungeziefer, Giftpflanzen und reißende Tiere kommen, wenn ein Gott die Welt um des Menschen willen gemacht hat. Er spottet über die naiv teleologischen Auffassungen der Stoiker, indem er zeigt, zu welchen Konsequenzen sie führen. Wenn das Schwein dazu da sei, um geschlachtet zu werden, so würde es eben dadurch das erreichen, wozu es bestimmt sei; dies zu erreichen, sei aber einem Wesen vorteilhaft, es müßte also für das Schwein vorteilhaft sein, geschlachtet zu werden. Die Vernunft werde als das

höchste Geschenk der Gottheit gepriesen, die Mehrzahl der Menschen aber gebrauche ihre Vernunft nur, um schlimmer zu sein als die Tiere. Die Erfahrung zeige, daß die Rechtschaffenen elend umkommen, während die Verbrecher die Früchte ihrer Schandtaten ruhig genießen könnten. Wenn man aber auch zugebe, daß die Welt zweckmäßig eingerichtet sei, so sei damit noch nicht die Unmöglichkeit bewiesen, daß die Natur auch ohne einen Gott die Zweckmäßigkeit hervorgebracht habe, da niemand die Natur und ihre Kräfte genau genug kenne. Das höhere Wesen könne die Natur selbst sein, die Annahme eines vernünftigen, menschenfreundlichen, göttlichen Wesens sei nicht zwingend. Wenn die Stoiker die Welt mit einem Wohnhaus für die Götter verglichen, so frage es sich, ob dieser Vergleich berechtigt sei, ob die Welt wirklich ein Haus darstelle, ob sie für einen bestimmten Zweck gebaut oder ein einfaches, zweckloses Naturprodukt sei.

Im Gegensatz zum Skeptizismus waren die andern Ausläufer der griechischen Philosophie, der Neupythagoräismus, der Philonismus und der Neuplatonismus von teleologischen Grundgedanken beherrscht. Nach den Neupythagoräern ist die Welt das Abbild der ewigen Formen, der Ideen oder Zahlen, und daher das Beste unter dem Gewordenen, harmonisch in ihrer Verfassung. Das Übel ist ein wohltätiges Werk der Vorsehung und dient zum Besten der Welt. Die Welt und das Menschengeschlecht sind ewig und unvergänglich, was aber verheerende Revolutionen in einzelnen Ländern nicht ausschließt.

Unter den pythagoräisierenden Platonikern lehrte Plutarch von Chäronea, daß Gott das Gute sei, das in neidlosem Wohltun die Welt aufs schönste und heilsamste geordnet habe. Die Unvollkommenheiten und Mängel dagegen führte er auf ein zweites oberstes Prinzip, die böse Weltseele, zurück. Denn er hielt ein Schlechtes für undenkbar, wenn alles von Gott stammte. Gott zum Urheber des Bösen machen, war ihm gleichbedeutend mit der Aufhebung der göttlichen Idee.

Auch nach der Lehre des jüdisch-griechischen Philosophen Philo, eines Zeitgenossen Christi, kann von Gott nur Gutes und Vollkommenes, nur Leben und Ordnung herstammen. Die Unvollkommenheit des Endlichen, die Naturnotwendigkeit, die Leblosigkeit des Materiellen, das Böse stammen von einem zweiten,

gleichewigen Prinzip, der Materie. Gott scheidet die in chaotischer Mischung durcheinanderliegenden Stoffe und verknüpft sie in harmonischer Weise. Doch kann er dies nicht unmittelbar tun, da der Vollkommene sich nicht mit der Materie beflecken darf. Daher müssen wir Mittelwesen zwischen Gott und der sichtbaren Welt annehmen, an die Gottes Einwirkung auf die Welt geknüpft ist. Diese Mittelwesen bilden die übersinnliche Welt der Ideen und wurden vor der Weltbildung von Gott erzeugt. Sie sind nicht bloß die Musterbilder, sondern zugleich die wirkenden Ursachen, die Kräfte, die die untergeordneten Stoffe in Ordnung bringen. Durch sie ist Gott in der Welt tätig, sie sind die Werkzeuge und Diener seines Willens. Am höchsten unter ihnen steht der Logos, in dem sich alle Wirkungen Gottes zur Einheit zusammenfassen. Er ist der allgemeinste Vermittler zwischen Gott und Welt, der Stellvertreter und Gesandte Gottes, der dessen Befehle der Welt überbringt, das Werkzeug, durch das Gott die ganze Welt geschaffen hat, die künstlerisch bildende und lebendig besamende Vernunft.

Philo versucht wie die Stoiker die Existenz dieser vernünftigen Kraft aus der zweckmäßigen Beschaffenheit der Welt zu erweisen. Er hebt dabei hauptsächlich den Zusammenhang des Himmlischen mit dem Irdischen, die Sympathie zwischen den Teilen der Welt hervor. Sie soll namentlich in den Zahlenverhältnissen erkannt werden, nach denen alles geordnet ist. Überhaupt macht Philo von der Zahlensymbolik einen weitgehenden Gebrauch und wendet sie auch auf die mosaische Schöpfungsgeschichte an. So sind die Tiere am fünften Tage erschaffen worden, weil es fünf Sinne gibt und die Sinnlichkeit das unterscheidende Merkmal der lebenden Wesen ist.

In bezug auf die Erschaffung des Menschen lehrt Philo, daß er gleich allen andern Geschöpfen durch die Vermittlung des Logos gebildet wurde. Nur die Seele des Menschen wurde, soweit sie gut ist, von Gott selbst ins Dasein gerufen. Die Menschenschöpfung, wie sie von Mose im ersten Kapitel der Genesis berichtet wird, bezieht sich nur auf den himmlischen Menschen, den Menschen in seinem vorzeitlichen Zustande. Erst später wurde durch das Zusammenwirken Gottes und niederer Dämonen der irdische Mensch gebildet, worauf sich der Bericht im zweiten Kapitel der Genesis beziehen soll. Die Dämonen schufen den

Leib und die niedere Seele, Gott schuf den Geist. Während der himmlische Mensch noch geschlechtslos war, weder männlich noch weiblich, wurde der irdische Mensch geschlechtlich differenziert und damit den Versuchungen der Sinnlichkeit ausgesetzt, die mit der Erschaffung des Weibes begannen.

Mit dem Philonismus berührt sich der Neuplatonismus in der Lehre von der Weltharmonie. Das Weltganze ist nach Plotin ein lebendes Wesen, bei dem jeder einzelne Teil im Einklang mit dem Ganzen steht. Plotin preist in begeisterten Worten die Vollkommenheit und Schönheit der Welt gegenüber den geringschätzigen Vorstellungen der christlichen Gnostiker, die ihm als wahrer Aberwitz erscheinen. In dem Kampf und Zwiespalt, der den Einklang zu stören scheint, sieht er in Wahrheit ein Mittel seiner Erhaltung, denn wenn die Welt ein Ganzes sein sollte, so mußte Unterschied und Gegensatz in ihr sein, so mußte sich in ihr aus Entgegengesetztem die Harmonie herstellen, wie im Schauspiel aus dem Streit der handelnden Personen oder in der Musik aus hohen und tiefen Tönen.

So klingt die griechische Philosophie aus in einer entschieden teleologischen Weltansicht. Blicken wir zurück auf den durchlaufenen Weg, so finden wir vieles vorhanden oder angedeutet, was heute die Geister auf biophilosophischem Gebiete bewegt. Wir finden den Gegensatz zwischen mechanischer und teleologischer Erklärung der organischen Zweckmäßigkeit scharf präzisiert, die Ansicht von der natürlichen Entstehung der Lebewesen durch Urzeugung und die Ansicht von der übernatürlichen Enstehung durch Schöpfung klar ausgesprochen. Wir finden die Lehre von dem ewigen Werden aller Dinge der Lehre von dem ewigen Sein gegenübergestellt. Wir finden den Speziesbegriff formuliert und die Erscheinungen der Variabilität, der Vererbung und des Kampfes ums Dasein behandelt, ja sogar eine Vererbungstheorie aufgestellt. Wir finden die Vorstellung einer stufenweis sich erhebenden Vervollkommnung der Organisation und die Annahme von verbindenden Zwischengliedern, sowie die Idee eines einheitlichen Bauplans der organischen Wesen. Aber so weit die Anklänge an die biologischen Probleme der heutigen Zeit auch gehen mögen, der eigentliche organische Entwicklungsgedanke, die Lehre von der Blutsverwandtschaft aller Organismen, von der Hervorbildung der höhern Formen aus den niedern, war dem griechischen

Altertum noch fremd. Die Arten der Tiere und Pflanzen galten als getrennte Wesenheiten, die unabhängig voneinander durch Schöpfung oder Urzeugung entstanden sind. Es bedurfte eines weit umfassenderen empirischen Materials, als es dem Altertum zur Verfügung stand, um den organischen Entwicklungsgedanken ins Leben zu rufen. Erst das achtzehnte Jahrhundert hat diesen Gedanken geboren, erst das neunzehnte hat ihn zur festen Basis der biologischen Forschung gemacht.

Literatur.

Zeller, Die Philosophie der Griechen. 3. Auflage. Leipzig, Reisland. 1876 bis 1881.

Zeller, Die griechischen Vorläufer Darwins. Abhandlungen der Berliner Akademie der Wissenschaften. 1878.

Lange, Geschichte des Materialismus. Bd. I. 3. Auflage. Iserlohn, Baedeker. 1876.

Xenophon, Erinnerungen an Sokrates. Übersetzt von Güthling. Leipzig, Reclam.

Plato, Phädon. Übersetzt von Schleiermacher. Leipzig, Reclam.

Plato, Timäos. Leipzig, Engelmann. 1853.

Aristoteles, Tiergeschichte. Übersetzt von Külb. Stuttgart, Metzler. 1856 bis 1857.

Aristoteles, Über die Teile der Tiere. Übersetzt von Karsch. Stuttgart, Hoffmann. 1855.

Aristoteles, Von der Zeugung und Entwicklung der Tiere. Übersetzt von Aubert und Wimmer. Leipzig, Engelmann. 1860.

Lewes, Aristoteles. Übersetzt von Carus. Leipzig, Brockhaus. 1865.

Meyer, Aristoteles Tierkunde. Berlin, Reimer. 1855.

Arrhianos, Epiktetos Unterredungen. Übersetzt von Enk. Wien, Gerold. 1866.

Seneca, Ausgewählte Schriften. Leipzig, Reclam.

Marc Aurel, Selbstbetrachtungen. Übersetzt von Wittstock. Leipzig, Reclam.

Lucretius Carus, Von der Natur der Dinge. Übersetzt von Knebel Leipzig, Reclam.

Die süddeutschen Erdbeben im Frühjahr 1903

Von **Heinrich Leutz**
Professor am Real- und Reformgymnasium zu Karlsruhe.

Am Abend des 24. Januar 1880 wurde in ganz Südwestdeutschland ein Erdbeben wahrgenommen, dessen Herd nach den Erhebungen der Erdbebenkommission des Karlsruher Naturwissenschaftlichen Vereines in der Gegend von Kandel in der bayerischen Pfalz, ungefähr 16 km westlich von Karlsruhe, lag. Im Jahre 1903 gingen vom gleichen Herde mehrere Erschütterungen aus, welche vom Januar ab mehrere Monate hindurch da und dort vereinzelt beobachtet wurden. Am stärksten bemerkbar wurden diese Stöße am 22. März 1903. An diesem Tage fanden drei starke Erschütterungen statt, morgens etwa $6^h 6^m$, mittags $1^h 56^m$, abends etwa $6^h 30^m$. Die Erschütterung um 6^h morgens übertraf an Stärke die Erschütterung von 1880 bedeutend, aber sie wurde nicht auf einem so weiten Gebiet wahrgenommen. 1880 hatten sich zwei Haupterschütterungsgebiete gezeigt, das größere unmittelbar in der Nähe des Rheines, um Kandel, das kleinere auf dem Schwarzwald um Herrenwies, etwa 30 km südlich von Karlsruhe. 1903 wurde eine Erschütterung dieses südlich von Karlsruhe gelegenen Gebietes erst 7 Tage nach der Erschütterung des von Kandel aus beeinflußten Gebietes bemerkt und Orte, welche 1880 an der südlichen Grenze des erschütterten Gebietes lagen, bildeten 1903 die nördliche Grenze. Nach Osten hin erstreckte sich 1880 das Beben bis nach Steinheim, das etwa 120 km von Karlsruhe entfernt ist; 1903 wird die Ostgrenze des erschütterten Gebietes durch eine über Karlsruhe und Ettlingen laufende Linie bezeichnet. Auch nach Norden hin wurde das Erdbeben von 1880 viel weiter verspürt, als das von 1903. Im Jahre 1880 wurde die Erschütterung noch in dem etwa 60 km nördlich von Karlsruhe gelegenen Weinheim an der Bergstraße bemerkt, 1903 war der nördlichste Punkt, aus dem Nachricht über eine beobachtete

Erschütterung kam, Lambrecht in der Rheinpfalz, etwa 30 km nördlich von Karlsruhe, während eine ganze Reihe von Ortschaften, die südlicher liegen, verneinende Berichte schickten. Ein Blick auf die beigegebene Karte zeigt, daß die Verbreitung des Bebens von 1903 im westlichen Teil des erschütterten Gebietes eine auffallende Verlängerung nach Norden und Süden hin zeigt, erstere nach Berichten aus Edenkoben, St. Martin und Lambrecht, letztere nach den Berichten aus Kesseldorf, Beinheim, Röschwoog und Fort Louis. —

Die Bezeichnung der Orte von gleicher Bebenstärke ist auf der Karte nach dem Vorschlage von Sieberg (Erdbebenkunde S. 264) durchgeführt, wobei vier Stärkegrade unterschieden wurden. Durch rote Sterne sind die am stärksten erschütterten Orte bezeichnet etwa der Stärke VIII der Forel-Rossischen Skala*) entsprechend, rote Quadrate bezeichnen sehr stark erschütterte, rote Dreiecke stark erschütterte Gebiete. Rot ausgefüllt werden die Kreise der Ortschaften, welche das Beben wahrgenommen haben, schwarz ausgefüllt die Kreise der Ortschaften, aus denen die bestimmte Versicherung einlief, daß niemand etwas wahrgenommen habe. Auf diese Art ergibt ein Blick auf die Karte, daß die Orte Kandel, Winden, Minfeld, Wörth am Rhein, Pfortz, Jockgrimm und Maxau

*) I. Mikroseismische Bewegung, aufgezeichnet von einem Seismographen oder von mehreren Instrumenten derselben Art, aber nicht imstande Seismographen von verschiedener Art in Tätigkeit zu versetzen. Von geübten Beobachtern bemerkt.

II. Stoß von Seismographen verschiedener Systeme aufgezeichnet, beobachtet von einzelnen im Zustande der Ruhe befindlichen Personen.

III. Erschütterung beobachtet von mehreren Personen in der Ruhe, stark genug, daß Dauer oder Richtung geschätzt werden können.

IV. Erschütterung von Personen in Tätigkeit beobachtet, Erschütterung beweglicher Gegenstände, der Fenster und Türen, Krachen der Dielen.

V. Erschütterung allgemein von der ganzen Bevölkerung bemerkt, Erschütterungen größerer Gegenstände, der Möbel, Betten, Anschlagen von Hausglocken.

VI. Allgemeines Erwachen der Schlafenden, Schwanken von Kronleuchtern. Stillstehen von Uhren, sichtbares Schwanken der Bäume und Sträucher.

VII. Umstürzen von beweglichen Gegenständen, Ablösen von Gipsstücken aus der Decke und von den Wänden, Anschlagen von Kirchenglocken. Allgemeiner Schrecken.

VIII. Herabstürzen von Kaminen, Risse in den Mauern von Gebäuden.

IX. Teilweise oder gänzliche Zerstörung einzelner Gebäude

X. Umsturz von Erdschichten, Spalten in der Erdrinde, Bergstürze.

im Haupterschütterungsgebiet liegen, daß dieses Haupterschütterungsgebiet von einem Gürtel sehr stark erschütterter Orte umgeben wird, und daß nur südöstlich und nordwestlich eine allmähliche Abnahme erfolgt, während im übrigen die Abnahme der Stärke sprungweise geschieht. Im Osten folgen unmittelbar auf stark erschütterte Gebiete solche, in denen die Erschütterung gar nicht wahrgenommen wurde. Nach Westen hin liegt das menschenleere Gebiet der Frankweide, so daß hier das Gebiet der Erschütterung nicht so scharf begrenzt werden konnte.

In der tabellarischen Vergleichung der beiden Erdbeben wurde für das Erdbeben von 1880 die Bearbeitung durch die Erdbebenkommission des Karlsruher Naturwissenschaftlichen Vereines zugrunde gelegt. (Verhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Karlsruhe 1880.) Für das Erdbeben von 1903 konnten außer den zahlreichen Berichten, welche von Karlsruhe aus teils durch Fragekarten, teils persönlich an Ort und Stelle eingeholt wurden, die von der Kaiserlichen Hauptstation für Erdbebenforschung in Straßburg in dankenswertester Weise überlassenen Fragekarten benützt werden. Die Hauptstation hat außerdem die von ihrem Vicentinischen Mikroseismographen gelieferten Aufzeichnungen zur Verfügung gestellt, Herr Prof. Wiechert einen Bericht über die Aufzeichnung seines astatischen Pendels in Göttingen, Herr Dr. Etzold einen Bericht[1] über die Aufzeichnung des in Leipzig aufgestellten Wiechertschen astatischen Pendels und Herr Dr. Reindl seine Darstellung[2] des Pfälzer Bebens von 1903. Ortschaften, aus denen besonders ausführliche Berichte vorliegen, sind durch einen * hervorgehoben; wo über das Beben von 1880 nichts bemerkt ist, war 1880 keine Nachricht eingelaufen.

I. Rheinpfalz

1. Albersweiler, kurz nach 6^h, IV.
2. Annweiler, etwa 7^h, IV, N—S (1880 NO—SW).
3. Arzheim, $6^h 10^m 40^s$, IV, wellenartig O—W, rollendes Geräusch von einzelnen gehört.
4. Barbelroth, $6^h 8^m$, IV, schräg von unten herauf, W—O, donnerndes Rollen aus der Tiefe (1880 beobachtet).
6. Berg, $6^h 10^m$, IV.

---

[1] Berichte der mathematisch-physischen Klasse der Königl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig. Sitzung vom 1. August 1903.

[2] Geognostische Jahreshefte 1903, 16. Jahrgang, München.

7. Beinheim, $6^h 5^m$, IV, O—W.
8. Bergzabern, ungefähr $6^h 5^m$, IV, S—N. Gleichzeitig rollendes Geräusch.
9. Billigheim, etwa $6^h 5^m$, IV, O—W, dumpf rollendes Donnern (1880 abends 7^h, dann morgens 4^h, V, NW—SO, Stoß mehr vertikal als horizontal, am Abend stärker als am Morgen).
10. Birkenhördt, kurz nach 6^h, IV, schräg von unten in S—N. Geräusch wie Sturmwind.*
11. Birkweiler, $6^h 10^m$, III, S—N. Gleichzeitig donnerndes Rollen.
12. Blankenborn, $5^h 30^m$, IV.
13. Bobenthal, $6^h 5^m$, III. Geräusch wie ferner Sprengschuß ging voraus.
14. Böllenborn, $6^h 5^m$, IV.
15. Bornheim, etwa 6^h, IV, W—O.
16. Bruchweiler, $6^h 10^m$, IV, SW—NO, morgens um 3^h schon Beben von Stärke II.
17. Büchelberg, etwa 6^h, IV, (1880 beobachtet).
18. Dammheim, $6^h 8^m$, donnerähnliches Geräusch.
19. Dernbach, $6^h 15^m$, IV.
20. Dürbach, 1880 und 1903 beobachtet.
21. Dörrenbach, 6^h, IV (1880 beobachtet).
22. Dürkheim, IV (1880, IV SW—NO).
23. Edenkoben, IV (1880, IV).
24. Erfweiler, 6^h, III, NW—SO.
25. Eschbach, $5^h 55^m$, IV.
26. Essingen, $6^h 5^m$, III, N—S (1880, III).
27. Eußerthal, 6^h, donnerähnliches Geräusch.
28. Franckeneck, 1903 und 1880 beobachtet.
29. Frankweiler, $6^h 6^m$, III.
30. Freckenfeld, IV, O—W.
31. Freimersheim, nach 6^h, III.
32. Gleiszellen-Gleishorbach, $6^h 15^m$, III.
33. Godramstein, $6^h 10^m$.
34. Gossersweiler, 6^h.
35. Gräfenhausen, 6^h, IV, dumpfes, donnerähnliches Rollen.
36. Hagenbach, $6^h 8^m$, V, O—W (1880 sehr heftig).
37. Hainfeld, 6^h, III, dumpfes Rollen.
38. Hauenstein, $6^h 15^m$.
39. Heiligenstein, III (1880 N—S).
40. Herxheim, $6^h 5^m$, IV, N—S. Gepolter wie Lastwagen und Sturmwind. (1880 beobachtet.)
41. Heuchelheim (1880 beobachtet).
42. Hördt, 6^h, IV, tosendes Geräusch wie ein Eisenbahnzug. Vorher am 25. Januar. (1880 beobachtet, V.)
43. Ilbesheim, etwa 6^h, III.
44. Impflingen, vor $6^h 30^m$, IV, dumpfes Getöse.
45. Ingenheim, $6^h 5^m$, IV, Gepolter. (1880 beobachtet.)
46. Insheim, gleich nach 6^h, III, Gepolter.
47. Kallstadt (1880, S—N, III).

48. Kandel, $6^h 7^m$, VIII, wellenförmig, NW—SO, anhaltendes Donnern in der Tiefe mit plötzlichem Schluß. (Besondere Bemerkungen.) (1880, VI, SO—NW.)
49. Kapellen, beobachtet.
50. Kapsweyer, $6^h 9^m$, V, S—N, wellenförmige Bewegung, donnerndes Rollen in der Tiefe, dem ein summendes Geräusch voranging.
51. Klingenmünster, $6^h 10^m$, V, S—N, Geräusch wie Poltern eines schweren Lastwagens, schüttelnde Bewegung (1880 beobachtet).
52. Knittelsheim, $6^h 8^m$, IV, S—N.
53. Kuhardt (1880 beobachtet).
54. Lachen (1880).
55. Lambrecht, etwa 6^h, IV, S—N, kurzer Ruck.
56. Landau, $6^h 8^m$, IV, O—W, Geräusch wie bei einer Dampfwalze (1880, IV, O—W, W—O.)
57. Langenberg, kurz nach 6^h, S—N, V.
58. Leimersheim, 6^h, IV (1880, SW—NO).
59. Leinsweiler, $6^h 15^m$, III.
60. Lindelbrunnerhof (Forsthaus), III.
61. Lingenfeld, $6^h 10^m$, III (1880, N—S, III).
62. Lug, zwischen $6^h 45^m$ und 7^h, III.
63. Maximiliansau, $6^h 8^m$, VII, NW—SO.
64. Mechtersheim, N—S, III, Geräusch wie Sturmwind und Donnern (1880, N—S).
65. Minfeld, zwischen $6^h 5^m$ und $6^h 10^m$, VI. Von SO kommend nach SW weitergehend, wellenförmig, rollendes Getöse (1880, W—O, IV).
66. Mörlheim, IV.
67. Mörzheim, $6^h 5^m$, IV, wellenförmig, rollendes Getöse (1880 beobachtet).
68. Mühlhofen, S—N, IV (1880 beobachtet).
69. Münchhausen, $6^h 10^m$, IV, W—NO, donnerähnliches, unterirdisches Rollen.
70. Neuburg, IV, auch 1880 beobachtet.
71. Neupfortz, $6^h 5^m$, V, W—SO, Stoß von untenherauf.
72. Niederhorbach, $6^h 6^m$, V, wellenförmig, S—N.
73. Niederlustadt, kurz nach 6^h.
74. Niederschlettenbach, $6^h 15^m$, III.*
75. Nothweiler, $6^h 15^m$, IV, ONO—WSW, rollendes Geräusch wie ein Lastwagen.
76. Nußdorf, nach 6^h, III, W—O.
77. Oberhochstadt, $6^h 9^m$, III, SW—NO, wogendes unterirdisches Geräusch.
78. Oberlustadt, $6^h 15^m$, III, W—O.
79. Oberotterbach, etwa 6^h, III (1880 beobachtet).
80. Offenbach, $6^h 5^m$, IV, O—W (1880 beobachtet).
81. Ottersheim, etwa 6^h, IV.
82. Pfortz, nach 6^h, VI (1880 beobachtet).
83. Pleisweiler, III, O—W.
84. Queichhambach, $6^h 15^m$, IV (1880 beobachtet).
85. Queichheim, beobachtet.
86. Ranschbach, $6^h 15^m$, IV.
87. Rechtenbach, 1880 beobachtet, 1903 verneinende Nachricht.

88. Reißdorf, beobachtet.
89. Rheinzabern, $6^h 8^m$, IV, W—O, dumpfes, unterirdisches Donnern (1880 N—S, III).
90. Rinnthal, $6^h 8^m$, IV, SW—NO.
91. Rohrbach, $6^h 8^m$, IV, dreimaliges Schwanken von O—W, dumpfes Geräusch
92. Rülzheim (1880 beobachtet, III), 1903 ohne Nachricht.
93. Schaidt, um 6^h, IV (1880 beobachtet).
94. Schindhardt, $5^h 20^m$, W—O, IV.
95. Schleithal, $6^h 10^m$, IV, 2 Stöße in 2 Sekunden.*
96. Schwanheim, $5^h 30^m$.
97. Schweigen, $6^h 10^m$, IV, donnerähnliches Geräusch (1880 beobachtet).
98. Siebeldingen, $6^h 10^m$, IV, W—O, unterirdisches Rollen.
99. Silz, $6^h 15^m$.
100. Sondersheim, $6^h 15^m$, IV, schüttelnde Bewegung von W—O.
101. Speyer (1880 beobachtet, S—N, III), 1903 nichts wahrgenommen.
102. Spirkelbach, etwa um 6^h, III.
103. Steinfeld, etwa 6^h, zwei rasch aufeinanderfolgende Stöße.*
104. Völkersweiler, etwa $6^h 30^m$.*
105. Vorderweidenthal, 4^h morgens.*
106. Waldhambach, 6^h, SO—NW.
107. Waldrohrbach, 6^h.
109. Walsheim, $6^h 10^m$, IV, Geräusch von einzelnen wahrgenommen.
110. Westheim (1880, N—S).
111. Weingarten, einige Minuten nach 6^h, III, SW—NO, vorher schon um 4^h SW—NO.
112. Wernersberg, $6^h 15^m$, IV.
113. Wilgartswiesen, zwischen 6^h und $6^h 30^m$, SW—NO.
114. Winden, $6^h 8^m$, VI, N—S, rollendes Geräusch wie ferner Donner aus dem Boden.*
115. Wörth, $6^h 5^m$, VI, WNW—OSO (1880, V).*
116. Zeiskam, etwa $6^h 5^m$, IV, W—O, Poltern eines schwerbeladenen Wagens (1880, N—S, III.)

II. Elsaß.

117. Aschbach, 6^h, IV.
118. Birlenbach, $6^h 10^m$, IV.
119. Dambach (1880 beobachtet).
120. Drachenbronn, 6^h, IV, kurzer Stoß von NO—SW.
121. Eberbach, $5^h 50^m$, IV, O—W.
122. Fort Louis, nur vorher, nachts 12^h, IV, O—W.
123. Forstfeld, vor 6^h, IV, O—W.
124. Hatten, nachts $11^h 20^m$, IV, O—W, dumpfes Rollen wie ferner Donner
125. Hermersweiler, 6^h, IV, W—O, dumpfes Rollen.
126. Hofen, $6^h 30^m$, IV, S—N.
125. Kaidenburg, $6^h 9^m$, IV, O—W, anhaltendes dumpfes Rollen.
125. Kauffenheim, $6^h 10^m$, IV, W—O.
127. Kesseldorf, $6^h 5^m$, IV, S—N.

128. Kleeburg, $6^h 30^m$.
129. Krottweiler, $6^h 15^m$, IV, S—N, rollendes Poltern.
130. Kühlendorf, $6^h 30^m$, IV, S—N, Geräusch wie Poltern im Keller.
131. Kutzenhausen, kurz nach 6^h, IV.
132. Lauterburg, $6^h 10^m$, IV, W—O, Geräusch wie Wagengerassel.
133. Leitersweiler, etwa 6^h, IV, W—O.
134. Lichtenberg (1880 beobachtet, 1903 ohne Nachricht).
135. Mothern, zwischen 6^h und $6^h 30^m$, IV, SO—NW.
136. Neeweiler, $6^h 10^m$, IV, O—W, donnerähnliches Rollen.
137. Niederlauterbach, $6^h 10^m$, IV, W—O (1880 beobachtet).
138. Niederrödern, kurz nach 6^h, IV.
139. Niederseebach, $6^h 9^m$, IV, O—W, Poltern.
140. Oberlauterbach, etwa $5^h 30^m$, IV.
141. Oberrödern, kurz nach 6^h, IV, O—W.
142. Oberseebach, $6^h 10^m$, IV, S—N.
143. Reimersweiler, 6^h, IV.
144. Retschweiler, $6^h 15^m$, W—O, dumpfes Geräusch.
145. Roppenheim, $5^h 45^m$, III.
146. Rott, $5^h 55^m$.
147. Salmbach, $6^h 10^m$, IV.
148. Selz, etwa 6^h, IV (1880 beobachtet).
149. Sessenheim (1880, NO—SW, beobachtet, 1903 ohne Nachricht).
150. Siegen, $6^h 10^m$, IV, W—O, dumpfes Tosen im Boden.
151. Straßburg, Aufzeichnungen der Seismometer.*
152. Stundweiler, $5^h 45^m$, III.
153. Suffelnheim, 6^h, III.
154. Sulz (1880, V).
155. Trimbach, $6^h 10^m$, IV, O—W.
156. Weißenburg, $6^h 10^m$, IV, W—O* (1880 beobachtet).
157. Windstein (1880 beobachtet, 1903 ohne Nachricht).
158. Wingen, $5^h 55^m$, IV.
159. Winzenbach, 6^h, III.

III. Baden.

160. Altlußheim, 1903 und 1880 beobachtet.
161. Au am Rhein, zwischen 5^h und 6^h, IV.
162. Baden (1880 beobachtet, 1903 nicht mit Sicherheit zu ermitteln).
163. Bauerbach (1880, W—NO).
164. Bauschlott (1890, O—W).
165. Bietigheim, $5^h 55^m$, III?
166. Bretten, etwa 6^h, III? (1880 beobachtet).*
167. Büchig (1880, S—N).
168. Daxlanden, etwa 6^h, IV.
169. Durlach, 1903 nicht, 1880 beobachtet.
170. Eggenstein, 6^h, IV (1880, NO—SW).
171. Elchesheim, 6^h, III.
172. Ettlingen, 6^h, III, schräg von unten in O—W.

173. Forchheim, $5^h 58^m$, IV, O—W.
174. Friedrichsthal (1880, W—O).
175. Graben (1880 beobachtet).
176. Grünwinkel zwischen $6^h 6^m$ und $6^h 10^m$, IV, schräg von unten in Richtung O—W.
177. Heidelberg, Herrenwies, Hochstetten, Hundsbach, Huttenheim, Jöhlingen (alle 1880 beobachtet).
178. Karlsruhe, $6^h 6^m$, IV.*
179. Kappelwindeck und Kieselbronn (1880).
180. Knielingen, 6^h, IV.
181. Kork (1880).
182. Leopoldshafen, etwa 6^h, V (1880 beobachtet).
183. Linkenheim, $6^h 10^m$, IV, O—W, dumpfes Donnern aus dem Boden.
184. Malsch (1880).
185. Maxau, $6^h 10^m$, V, kurze Stöße in SW—NO (1880 NNO—SSW, V).
186 Mörsch, um 6^h beobachtet.
187. Mühlburg, um 6^h, IV, O—W.
188. Neuburgweier, etwa 6^h, IV, NO—SW.
189. Neusatz (1880 beobachtet).
190. Oberhausen, 6^h, IV.*
191. Obertsroth (1880 beobachtet).
192. Oetigheim, kurz nach 6^h, III.
193. Philippsburg, $6^h 11^m$, IV, SO—NW.
194. Pforzheim, Plättig, Plittersdorf, Sand, Sasbachwalden, Stettfeld, Rastatt (1880 beobachtet).
195. Rheinsheim, etwa 6^h.
196. Roth, Rußheim, St. Leon, Stafforth, Schwarzach (1880 beobachtet).
197. Teutschneureuth, 6^h, IV.*
198. Welschneureuth, 6^h, IV, Sausen in der Luft.

Aus Kandel berichtet Herr F. W. Wolff, daß schon am 23. Januar 1903 ganz leichte Stöße beobachtet worden seien, daß diese gegen Ende Januar an Heftigkeit zunahmen und daß am 1. Februar mittags 4 Uhr ein sehr heftiger Stoß verspürt worden sei. Alle seien aber an Stärke hinter dem Beben vom Frühjahr 1879 (Verwechslung mit 24. Januar 1880) zurückgeblieben und deshalb habe sich niemand besonders beunruhigt gefühlt, auch nicht durch einen schwachen Stoß, der am 21. März, morgens $^3/_4$8 allgemein bemerkt worden sei. Erst am Sonntag Morgen (22. März) 6^h 5^m sei die ganze Einwohnerschaft durch zwei unmittelbar aufeinanderfolgende Erdstöße von ungewohnter Stärke in große Bestürzung und Angst versetzt worden, welche durch das Lärmen der Tiere noch verstärkt worden sei. Die beiden von ihm als wellenförmige, von Süden nach Norden gehende empfundenen Stöße hatten den Absturz von Kaminsteinen und

den völligen Einsturz von vier Kaminen zur Folge; in mehreren Häusern, auch in dem frisch verputzten Turme der Kirche fiel der Mörtel von der Decke und den Wänden, viele Decken bekamen Sprünge. In einem Hause fiel die Giebelwand ein. In verschiedenen Gärten wurden kurz vorher gesteckte Erbsen aus dem Boden geschleudert und lagen auf der Erdoberfläche, ohne daß sonst die geringste Änderung an den Gartenbeeten beobachtet werden konnte, Erbsen, die schon aufgegangen waren, zeigten nichts Besonderes. Nachmittags um 2, 4 und 6 Uhr, auch am 23. März morgens 1 Uhr fühlte Herr Wolff weitere starke Erdstöße. Herr Lehrer Klein zeigte mir bei einem Besuche in Kandel die einzelnen Örtlichkeiten. Die Beschädigungen an Gebäuden waren damals, am 29. März, bereits wieder ausgebessert; die Bestimmung mit dem Kompaß ergab, daß die meisten Gegenstände, darunter auch ein auf dem Giebel eines neuerbauten Hauses angebrachtes schweres Kreuz aus Eisen, nach Südosten gefallen waren. Herr Klein schilderte die Bewegung als zwei kurz aufeinanderfolgende Stöße, denen eine von unten heraufkommende wellenförmige Bewegung nachfolgte. Das von ihm wahrgenommene Geräusch ging den Stößen immer voran, es war ein aus dem Boden kommendes Brüllen und ein Donner wie von einem etwa $^1/_2$ Stunde entfernten starken Gewitter. Viele Leute sprangen vor Schreck aus dem Bett und liefen, ohne sich anzukleiden, auf die Straße.

In Winden verließ ein Weichenwärter die aus Stein und Eisenkonstruktion errichtete Zentralweichenstellbude, weil er deren Einsturz befürchtete; Eisenbahnwagen, die auf dem von Süd nach Nord laufenden Gleis standen, zeigten um ihre Längsaxe schaukelnde Bewegung. Der Wasserturm an der Abzweigung der nach Barbelroth und Bergzabern führenden Bahn erhielt Sprünge, ebenso zeigten an den gewölbten Wegunterführungen unter der von Weißenburg nach Landau führenden Bahn zwischen Winden und Schaidt einzelne Wölbsteine nach dem Erdbeben früher nicht bemerkbare Sprünge. Herr Bahnmeister Keßler empfand die Bewegung als ein in nordwestlicher Richtung verlaufendes wellenförmiges Schwanken und Schaukeln; an einem Kleiderschrank, der mit der Rückwand gegen Westen steht, klappten die Türen auf und zu. Das Geräusch machte auf ihn den Eindruck, als ob eine Maschine mit Packwagen bei angezogener Bremse

durch den Bahnhof fahre; er machte seine Beobachtungen, als er eben aufgestanden war und sich gerade ankleiden wollte. Herr Eisenbahnassistent Ripperger wurde durch das Erdbeben aufgeweckt und bemerkte, daß zwei mit ihren Längsseiten von Nord nach Süd stehende Bettstellen aneinanderstießen und die Waschtischgarnitur sich unter Klirren verschob. Die Bewegung machte auf ihn den Eindruck, als ob ein schweres Gefährt über eine bewegliche Unterlage rolle, das Geräusch erschien ihm als ein aus dem Boden kommender Donner. Die Dauer der ganzen Erscheinung schätzte er auf 2 bis 3 Sekunden.

Herr Pfarrer Junker in Minfeld, den ich bei einem Besuche leider nicht traf, hatte die Güte schriftlich zu berichten: „Nach ungefährer Schätzung währte die ganze Erscheinung vielleicht 5 Sekunden. Zwischen 6^h 5^m und 6^h 10^m machte sich das Erdbeben als deutlich wellenförmige Bewegung bemerkbar, die sich 4- bis 5 mal wiederholte, ähnlich dem Schwanken eines Kahnes auf etwas bewegtem Wasser, den Schluß bildete ein heftiges Zittern des Bodens wie von einer plötzlichen Erschütterung. Die Bewegung kam von Südwest nach Nordost, doch schien sie nach Osten oder etwas südöstlich weiterzugehen. Das Rollen — ich hörte es, als ob ein schwerer Wagen über die Straße in den Hof meines Nachbars nach Norden geführt werde — begann etwas später als die Stöße und hörte kurz vor dem Erzittern des Bodens auf. Es nahm an Stärke rasch zu und auch wieder ab, dabei schien es dem Hause von Nordwesten her nahe zu kommen und in das Haus überzugehen.“

In Wörth am Rhein wurden zwei Stöße empfunden, der zweite stärker als der erste. Viele Leute stürzten aus Angst aus ihren Häusern, manche eilten in die Kirche. In einem Hause schlug das Pendel einer Uhr, die an einer in nordwestlicher Richtung verlaufenden Wand hing, gegen die Türe des Uhrgehäuses. Im gleichen Hause erhielt die südsüdwestlich verlaufende Mauer mehrere Sprünge, im Schlafzimmer wurde das Öl eines Nachtlichtes nach Ostsüdost aus dem Gefäß herausgeschleudert, in der Küche klirrte das Geschirr und die Bilder an den Wänden schlugen klappernd auf.

In Jockgrimm stürzten zwei Schornsteine ein, die Stöße waren so stark, daß die Häuser in beängstigender Weise zitterten, die

Bewegung zog von Südwesten nach Nordosten und war von einem Geräusch wie von einem fernen Gewitter begleitet.

In Pfortz waren die Erschütterungen am Morgen gleichfalls sehr stark und erregten großen Schrecken, zu bedeutenderen Beschädigungen an Gebäuden kam es aber erst nachmittags; bei der Erschütterung um 2 Uhr stürzte hier ein Kamin zusammen. In dem benachbarten Maximiliansau warf die Erschütterung am Morgen einen in seinem Garten beschäftigten Mann um und erweckte die noch schlafenden Einwohner. Aus dem weiteren Umkreis des erschütterten Gebietes ist noch besonders interessant, daß in Birkenhördt infolge der Stöße am Morgen die Uhr in der dortigen Posthalterei stehen geblieben war, leider wurde sie wieder in Gang gesetzt, ohne daß die Zeit, zu welcher sie stehen geblieben war, besonders beachtet wurde.

In Niederschlettenbach, einem der am weitesten westlich gelegenen Orte des erschütterten Gebietes hatte nur Herr Pfarrer Redelberger das Beben beobachtet; er hatte gleich am Morgen seine Gemeinde darauf aufmerksam gemacht, von der aber niemand etwas Besonderes beachtet hatte. Herr Pfarrer Redelberger, lurch mehrjährigen Aufenthalt in Italien mit ähnlichen Erscheinungen wohl vertraut, bezeichnet die Bewegung als einen schwankenlen Stoß von ganz kurzer Dauer; die Richtung des Stoßes konnte r nicht beurteilen. Er wurde durch den Stoß aus dem Schlafe geweckt mit einer Empfindung, als ob im Hause ein schwerer Gegenstand umgefallen sei, und vernahm noch deutlich das Krachen ler Fugen an Fenstern und Möbeln. Auch in Bobenthal wurde lie Erschütterung nur ganz vereinzelt wahrgenommen. Bei einer Zusammenkunft der Geistlichen aus den benachbarten Ortschaften at Herr Pfarrer Redelberger das Beben vom 22. März 1903 rwähnt und sich nach den Erscheinungen an den anderen Orten rkundigt. Dabei stellte sich heraus, daß westlich der Linie Iothweiler, Rinnthal und Lambrecht die Erschütterung nicht wahrgenommen worden ist.

Auf dem bei Bergzabern gelegenen Frauenberger Hof wurde mir mitgeteilt, daß niemand eine besondere Erschütterung bemerkt abe, daß aber seit Ende März das Wasser in dem kurz vorher mit ielen Kosten angelegten Ziehbrunnen versiegt sei.

Aus Lauterburg berichtet ein Beobachter, daß er infolge ines starken Stoßes erwacht sei und gleich darauf einen zweiten

Stoß wahrgenommen habe. Er habe die Empfindung gehabt, als ob etwas unter dem Bett liege und das Bett zweimal ruckweise in die Höhe stoße. Beim zweiten Stoß habe er die Empfindung gehabt, daß das Bett einige Zentimeter fortrolle. Ein nur angelehntes Fenster sei aufgegangen und die Mauer habe einen brummenden Ton von sich gegeben. Die ganze Erscheinung habe sich in 3 bis 4 Sekunden abgespielt. Ein anderer Beobachter lag wachend im Bett und hatte die Empfindung von zwei unmittelbar aufeinanderfolgenden Stößen, die mit donnerähnlichem Rollen von Osten nach Westen durch sein Haus zogen. Das aus Fachwerk bestehende Gemäuer habe gezittert, wie wenn ein schwerbeladener Wagen rasch die gepflasterte Straße passiere. Auch in Weißenburg wurden nach den Erhebungen des Herrn Baurat Cailland zwei Stöße wahrgenommen, einer kurz vor 6 Uhr, welcher viele der Beobachter aus dem Schlafe weckte, und der andere etwa $6^h 10^m$. Der erste Stoß wurde mehrfach als ein kurzer, heftiger Ruck empfunden, wie ihn ein schwerer fallender Gegenstand beim Aufschlagen auf den Boden hervorbringt, die Erde sei dabei in vibrierende Bewegung geraten. Eine bestimmte Richtung habe sich nicht erkennen lassen. Der zweite Stoß fand um $6^h 10^m$ statt und wurde in verschiedenen Gebäuden im zweiten Stock viel stärker wahrgenommen als im ersten. Seine Richtung ließ sich wohl erkennen und wird fast übereinstimmend als eine von Südwest nach Nordosten gehende bezeichnet. Das Geräusch wird unter anderm auch mit dem eines in rasendem Tempo durch die Straße fahrenden Möbelwagens verglichen. In vielen Häusern waren die Stöße so stark, daß Geschirr klirrte und nicht geschlossene Fenster und Türen in Bewegung gerieten. Immer wird hervorgehoben, daß die Dauer der Bewegung nur ganz wenige Sekunden betragen hat. Aus einer alten Familienchronik wurde der Weißenburger Zeitung bei dieser Gelegenheit mitgeteilt: „Anno Domini 1737. Am 11. Mai dieses Jahres war in Weißenburg ein solch Erdbeben, daß man gemeint hat, die Häuser fallen um und ist jedermann sehr erschrocken. Am 18. Mai nachher, in der Samstagsnacht, waren drei Erdbeben nacheinander. Die Häuser zitterten. Fensterscheiben zersprangen. Die Leute wurden in den Betten geschüttelt. Es ist aber gottlob! noch gut vorübergegangen. Trotzdem hat es vielen Wein gegeben, er war aber nicht so gut wie der 36er.“ —

Aus Landau wird von einer Erschütterung morgens um $4^h 11^m$ berichtet, die mit 4 Stößen in fast schaukelnder Bewegung von Südwest nach Nordost ohne eigenes Geräusch verlief, aber das Wassergeschirr zum Klirren brachte und viele Beobachter erweckte. Mit dem Beben um $6^h 10^m$ verglichen habe es mehr gestoßen, aber weniger Geräusch gemacht; Beschädigungen seien nirgends verursacht worden.

In Grünwinkel bei Karlsruhe wurde kurz nach 6^h das Beben als wellenförmiges Zittern empfunden, welches von Osten nach Westen lief und schräg von unten zu kommen schien. Geräusch aus dem Boden wurde nicht wahrgenommen, dagegen klirrten Geschirre, Öfen und Fenster. Mittags gegen zwei wiederholten sich die gleichen Erscheinungen in etwas geringerem Maße. In Linkenheim endete die schwach wellenförmige Bewegung, welche morgens etwa $6^h 10^m$ beobachtet wurde und von Ost nach West verlief, mit einem schwachen Stoße. Dem Stoße ging ein aus der Tiefe kommendes rollendes Getöse voraus. In der Kirche von Knielingen zersprangen einige Fensterscheiben. In badisch Maxau machte sich das Erdbeben nach der übereinstimmenden Angabe mehrerer Beobachter durch zwei kurz aufeinanderfolgende Stöße bemerkbar, die von Südwest nach Nordost zogen. Das Geräusch wurde von den Beobachtern in verschiedener Weise beobachtet. Herr Dammeister Müller vernahm es kurz vor dem Stoße wie ganz entfernten Donner, der auf der Erde fortrollt; Herr Gastwirt Ehmann nahm Geräusch und Stoß gleichzeitig wahr. Das Geräusch vergleicht er mit dem Lärm, den leere, von ihrem Lager herabrollende Fässer verursachen. Herr Eisenbahnassistent Strobel vergleicht die Bewegung, mit der Bodenbewegung die ein rasch vorbeisausender D-Schnellzug verursacht und bezeichnet das Geräusch als ein rollendes, aus dem Boden kommendes Donnern. Die Dauer der ganzen Bewegung wird als vielleicht 2 Sekunden angegeben. Die Bewegung mittags um 2 Uhr sei viel schwächer gewesen. Im Gegensatz dazu wurde in Ettlingen das Beben am Morgen viel schwächer empfunden als das am Nachmittag. Der nördlichste Punkt des rechten Rheinufers, aus dem ausführlicher Bericht kam, war Philippsburg; dort schien dem Berichterstatter der Stoß von Südwest nach Nordost zu gehen und ein Schütteln des Hauses zu verursachen, das etwa 3 Sekunden anhielt. Begleitet war der Stoß von einem

Getöse, das an fernen Donner erinnerte. Mittags wurde in Philippsburg nichts verspürt. In den beiden Orten Teutsch- und Welschneureuth wurden die Beben am Morgen und am Mittag in gleicher Stärke beobachtet. Ohne Beschädigungen anzurichten, erschreckten sie die Einwohner dort in hohem Grade, Mittags verließen die Leute sogar die Kirche, in welcher gerade Konfirmandenprüfung war.

In Karlsruhe waren gleichfalls schon vor dem 22. März 1903 einzelne Erschütterungen bemerkt worden, ohne daß denselben vor den stark empfundenen Stößen des 22. März Beachtung geschenkt worden ist; genauere Zeitangaben waren daher nicht mehr zu ermitteln. Auf dem Turme des Rathauses verspürte der Wächter von der Erschütterung am Morgen des 22. März nichts; aus dem Rathause selbst berichtet Herr Eberhard Schnetzler, damals Oberprimaner des Realgymnasiums: „Ich empfand einen senkrecht von unten nach oben gehenden Stoß und sah, daß die Stadtuhren gerade $6^h 6^m$ zeigten. Die 1 m lange Kette des Gegengewichtes eines Gasleuchters war bei dem Stoß von ihrer Rolle abgesprungen und pendelte von Südost nach Nordwest, eine Anzahl von Tuschfläschchen, die nahe beieinander standen, klirrten. Aus einem Eckhause der Marienstraße und Nebeniusstraße berichtet Herr Holl, daß er die Beben am 22. März morgens und mittags beobachtet habe, morgens als ein außergewöhnliches Knarren im Zimmer und mittags als einen Stoß in der Richtung von Nord nach Süd. Ausserdem aber sei ihm 3 bis 4 Tage vorher aufgefallen, daß eine mit ihrem wenig gewölbten Rücken auf dem Tisch liegende Kleiderbürste wie eine Wiege ziemlich heftig, aber ganz regelmäßig hin und her schaukelte. Nach dem Aufhören dieser Bewegung habe er vergebens versucht, durch Stoßen am Tisch die gleiche Bewegung zu erzeugen. Herr Verw.-Direktor L. Schwindt nahm morgens $6^h 8^m$ eine von West nach Ost gehende Bewegung von zwei Stößen wahr und beobachtete, daß freistehende Gegenstände in der gleichen Richtung erschüttert worden waren. Auf dem Kaiserlichen Telegraphenamt wurde mittags $1^h 53^m$ nur ein Stoß wahrgenommen, der ohne eigenes Geräusch ein starkes Erzittern des Gebäudes verursachte, wie ein schwerer über die Straße fahrender Lastwagen. Herr Dr. M. v. Tein beobachtete morgens $6^h 6^m 30^s$ einen kräftigen Stoß in der Richtung von Nord nach Süd, der eine in der gleichen Richtung verlaufende halb

geöffnete Türe ganz aufstieß, so daß sie an Möbel anschlug. Die Dauer der ganzen Bewegung schätzt er auf 1 bis 2 Sekunden. Nach mündlichen Berichten wurde das Beben am Morgen von einer großen Anzahl von Personen, in der Mehrzahl der Fälle als rüttelnder Stoß, beobachtet, viele der Beobachter betrachteten ihre Wahrnehmung zunächst nicht als das Anzeichen eines Erdbebens. So unterblieben genaue Zeitbestimmungen auch da, wo die nötigen Hilfsmittel dazu vorhanden waren. Für das Erdbeben von 1880 lagen zwei genaue Zeitbestimmungen da, eine aus Straßburg von Herrn Hartwig, damals Assistent an der Sternwarte in Straßburg, die andere von Herrn Professor Jordan in Karlsruhe. Unter der Annahme, daß der um $7^h 40^m 55^s$ in Karlsruhe wahrgenommene Stoß derselbe sei, welcher in Straßburg um $7^h 42^m 25^s$ wahrgenommen wurde, ergab sich für das Erdbeben vom 24. Januar 1880 eine horizontale mittlere Oberflächengeschwindigkeit von etwa 550 m in der Sekunde.

Das Erdbeben vom 22. März 1903 wurde von Instrumenten in Straßburg, Göttingen und Leipzig aufgezeichnet.

Über die Aufzeichnungen in Straßburg berichtet Herr Professor Weigand:

„Der Mikroseismograph von Vicentini verzeichnet dieses Nahbeben sehr scharf und charakteristisch, besonders auffallend ist die Zeichnung seitens der Vertikalkomponente, die bei den aus größerer Ferne kommenden Beben keinen Ausschlag gibt; sämtliche Zeichnungen sind, der Nähe des Epizentrums (Kandel in der Pfalz) entsprechend, von ganz kurzer Dauer.

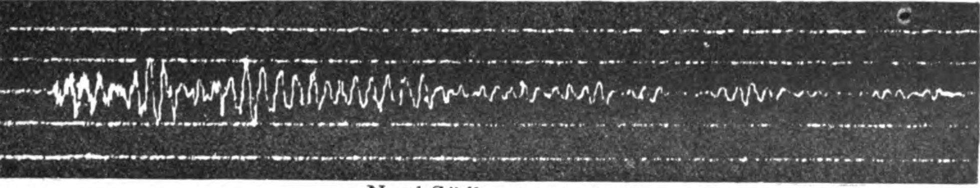
Vertikalkomponente:	Beginn 22. III. 1903	$6^h 6^m 43^s$	Ende	$6^h 8^m 2^s$
Ostwestkomponente		$6^h 6^m 42^s$		$6^h 9^m 34^s$
Nordsüdkomponente		$6^h 6^m 40^s$		$6^h 8^m 52^s$

Der Milnesche Apparat gibt eine kurze Andeutung des Bebens. Das Rebeur-Ehlertsche Horizontalpendel zeigt das Beben ebenfalls an, doch waren die Pendel in ziemlicher mikroseismischer Unruhe so daß die Bebenbilder unscharf sind.

Der Omorische Apparat gibt als Beginn gleichfalls $6^h 6^m 42^s$, das Bild ist wenig gegliedert, die Bewegung dauerte etwa 1 Minute."

Die Aufzeichnungen in Göttingen lassen nach der Mitteilung des Herrn Professor Wiechert das Vorbeben nicht erkennen, das

Zeitmarkierung.



Ost-Westkomponente.

Nord-Südkomponente.

Vertikalkomponente.

Vertikalkomponente
Beginn $6^h 6^m 43^s$,
Ende $6^h 8^m 2^s$

Ostwestkomponente
Beginn $6^h 6^m 42^s$,
Ende $6^h 9^m 34^s$

Nordsüdkomponente
Beginn $6^h 6^m 40^s$,
Ende $6^h 8^m 52^s$

Hauptbeben aber ist klar und deutlich, wenn auch winzig aufgezeichnet. Es begann in Göttingen $6^h 7^m 48^s + 2^s$ und kann 2 m lang verfolgt werden.

Periode $1,1^s$—$1,2^s$, Amplitude der Erdbewegung (gerechnet von einer Seite zur andern) ca. $\frac{1}{1000}$ Millimeter.

Bei der Entfernung Göttingen-Langenkandel = 302 km
Langenkandel-Straßburg = 65 km

ergibt sich unter der Annahme gleichmäßiger Fortpflanzung der Erdbebenwellen eine Geschwindigkeit von (302—65 km) in der Zeit $6^h 7^m 48^s$—$6^h 6^m 42^s$; also 3485 m in der Sekunde.

Herr Dr. Etzold schreibt in den Berichten über die Aufzeichnungen von Wiecherts astatischem Pendelseismometer in Leipzig:

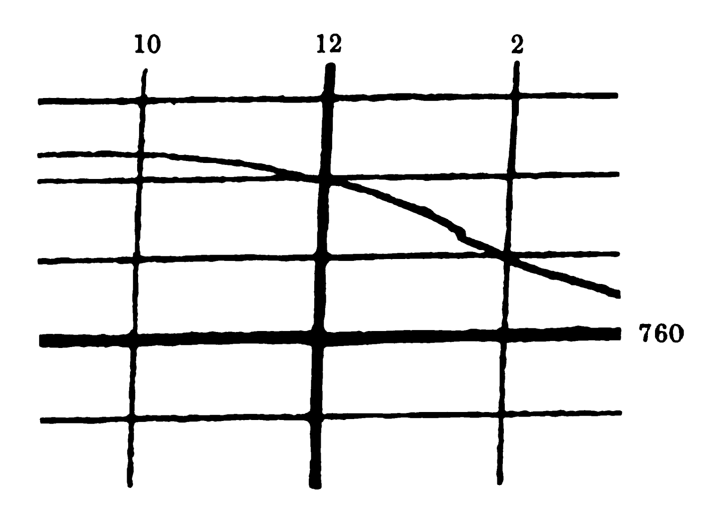
„Die Linie der Ostwestkomponente weist $6^h 7^m 7^s$ eine leichte Ablenkung nach rechts auf, der bald kleine Ausschläge folgen, die in bezug auf die Größe der Amplitude und Dauer der Periode ganz allmählich zunehmen. $6^h 8^m 8^s$ erreichen die Amplituden etwa 0,75 mm, die Perioden 1,4 Sekunden. Langsamer noch, als sie zugenommen haben, schwächen sich die Wellen wieder ab, so daß erst $6^h 15^m$ völlige Ruhe eintritt.

Auf der Zeichnung der Nordsüdkomponente läßt sich von dem ersten Einsatz nichts erkennen, vielmehr erscheinen zwischen $10^h 7^m$ und $10^h 8^m$ ganz leichte, kurze Ausschläge, die zunächst allmählich anschwellen, dann aber ruckartig $6^h 8^m 16^s$ die größten Amplidutөn und Perioden von 1 mm bezw. 1,4 Sekunde erreichen. Von derartigen Schwingungen haben sich, durch die Minutenmarkierung unterbrochen, sieben aufgezeichnet, so daß im ganzen acht stattgefunden haben mögen. Genau wie bei der Ostwestkomponente nehmen dann die Amplituden ab und verkürzen sich die Perioden."

Aus dem Entfernungsunterschied Kandel-Straßburg (65 km) und Kandel-Leipzig (390 km) ergab sich aus den Leipziger Aufzeichnungen eine Geschwindigkeit der aufgezeichneten Erdbebenwellen von 3385 m. Das Rebeursche Horizontalpendel der Sternwarte auf dem Königstuhl in Heidelberg war zur Zeit des Erdbebens am 22. März 1903 nicht in Tätigkeit, durch die einfacheren Instrumente der Hohenheimer Erdbebenwarte wurde das Beben nicht wahrgenommen.

Die Erschütterung am Mittag des 22. März wurde in eigen-

tümlicher Weise von dem Barograph des Zentralbureaus für Meteorologie und Hydrographie in Karlsruhe aufgezeichnet. Wie sich aus der hier wiedergegebenen fünffach vergrößerten Diagramm ergibt, ist der Luftdruck von morgens 10 Uhr M. E. Z. bis gegen Abend gesunken; zwischen 12 und 2 Uhr M. E. Z. zeigt sich in der Registrierung ein kleiner Ruck nach abwärts, der fast immer entsteht, wenn das Instrument leicht erschüttert wird, wie dies von Zeit zu Zeit absichtlich zum Zwecke der Zeitmarkierung geschieht. Ohne Zweifel ist der kleine Sprung auf die



Wirkung des Erdstoßes zurückzuführen. Das Instrument hängt etwa 6 m über dem Boden an der 63 cm dicken, aus Sandsteinquadern bestehenden Nordwand des Hauses Karlfriedrichstraße 13. Die Uhr war recht gegangen; für die Zeit des Stoßes würde sich $1^h\,29^m$ M. O. Z. = $1^h\,57^m$ M. E. Z. ergeben, mit einer Unsicherheit von etwa 3 Minuten.

Gegen 4^h und gegen 6^h nachmittags wurden nochmals Erschütterungen, auch in der Nacht vom 22. auf 23. März vereinzelt ein schwerer Stoß wahrgenommen. Am 26. März, $10^h\,10^m$, spürte man in Kandel, Hagenbach, Rheinzabern und Maximiliansau Erschütterungen, die zwar nicht so heftig waren wie am 22., aber doch offene Türen zuschlagen ließen und in den Beobachtern das Gefühl erweckten, als würden sie in die Höhe gehoben. Am 27. März

wurden dann in Kandel die letzten Erschütterungen beobachtet, es trat dann Ruhe ein, die erst im Juni durch einige starke Stöße unterbrochen wurde.

Inzwischen zeigten sich im andern Teil des 1880 erschütterten Gebietes stärkere Beben. Am Abend des 29. März wurden in Achern, Donaueschingen, Hechingen, Hornberg, Lenzkirch, Neusatzeck, Niederwasser, Petersthal, Raumünzach, Reichenbach, Rippoldsau, Stühlingen, Titisee und Villingen Erschütterungen beobachtet, welche die Grade V und VI der Forel-Rossischen Skala erreichten. Als Eintrittszeit in Rippoldsau, das die stärkste Erschütterung verspürte, wird abends $9^h 29^m$ angegeben; um diese Zeit wurde ein starker aus Süden kommender Stoß beobachtet, dem ein mehrere Sekunden anhaltendes Zittern des Bodens folgte. Gleichzeitig mit dem Stoße wurde ein dumpfes, laut vernehmbares Rollen gehört, darauf folgte ein „surrendes Geräusch, wie wenn ein Fuhrwerk rasch vorbeigefahren wäre". Nach dem Aufhören dieses Geräusches hörte man noch ein zitterndes Klirren von Türen und Fenstern und es zeigte sich, daß einzelne Möbel von ihrer Stelle geschoben waren. Aus Raumünzach wurden mit $9^h 28^m$ als Eintrittszeit ganz entsprechende Erscheinungen gemeldet, Erdbebengeräusche hier jedoch nicht wahrgenommen. In Hornberg hatte ein Beobachter die Empfindung, wie wenn eine schwere Last rauh auf den Boden gesetzt worden wäre, das ganze Haus zitterte dabei. Aus Lenzkirch kommt eine etwas abweichende Zeitangabe, um $9^h 40^m$ abends wurde hier eine wellenförmige von Nordwest nach Südost gehende Erschütterung beobachtet, wie wenn ein schwerer Lastwagen über eine Brücke fahre. In Titisee wurde die Bewegung ebenfalls als eine wellenförmige bezeichnet. In Hechingen wurde ein schräg von unten nach oben gehender Stoß in der Richtung von Nordwest nach Südost verspürt, der den Eindruck erweckte, es sei ein schwer beladener Wagen an die Grundmauer des Hauses gestoßen. In der Illenau bei Achern erzitterte ein Haus so, als ob eine Türe mit aller Macht zugeschlagen worden sei. Auch die Berichte aus den anderen oben genannten Orten geben als Zeit eines beobachteten Bebens ungefähr $9^h 30^m$ abends an.

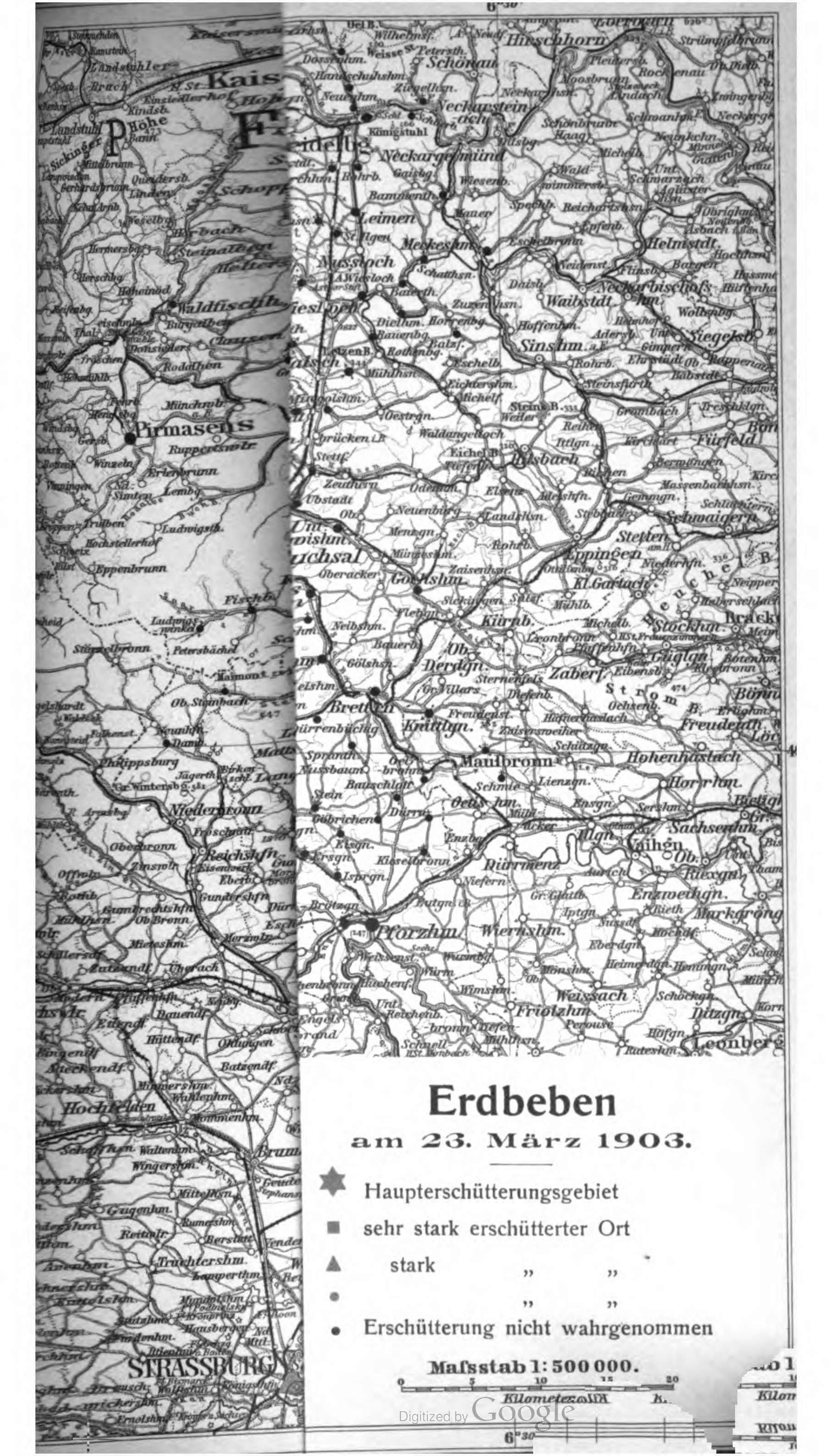
Am 14. April wurde in einem der nördlichsten Punkte des am 22. März erschütterten Gebiets, in Oberhausen bei Waghäusel, morgens $9^h 40^m$ wieder ein heftiges Beben wahrgenommen.

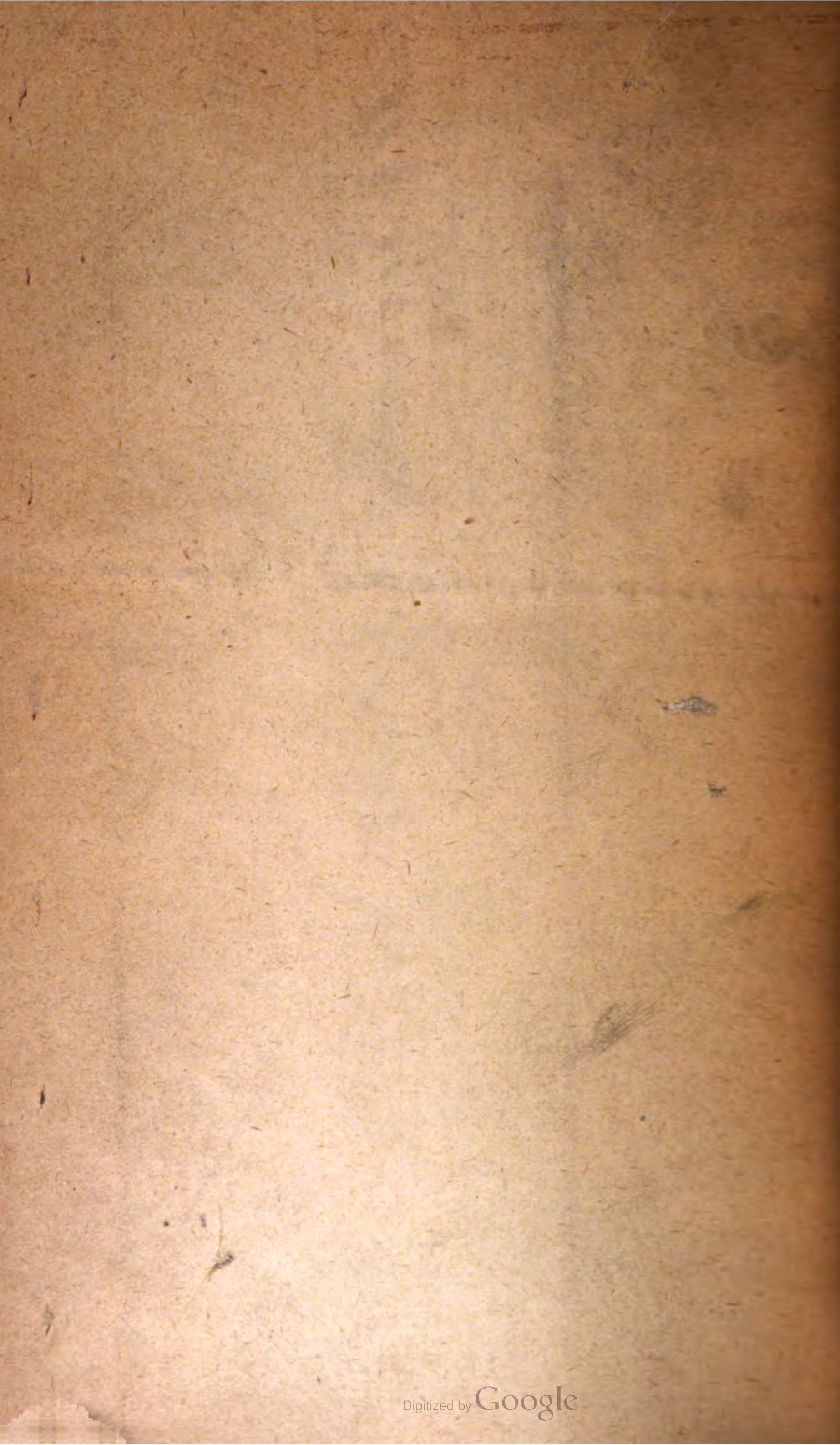
Am 20. April wurde vormittags $10^h 5^m$ in Schutterwald bei Offenburg und am 24. April in Auenheim bei Kehl eine kräftige Erschütterung (Grad V der Skala) beobachtet.

Das letzte bis jetzt in Kandel und Umgebung wahrgenommene Erdbeben fand am 22. Juli 1903 abends nach halb sieben statt. Es wurde in Kandel, Wörth am Rhein, Jockgrimm und Pfortz wahrgenommen; aus den benachbarten Orten kam durchweg der Bericht, daß niemand am Orte eigene Beobachtungen gemacht habe. In Kandel war wieder alles in zitternder Bewegung, die zwei Stöße gingen von Süd nach Nord und waren recht stark, sie richteten aber keinen Schaden an. Es ging ein donnerähnliches Getöse voran. In Jockgrimm empfand man den Stoß als von Südwesten nach Nordosten gehend, das Schwanken der Häuser war so stark, daß viele Leute aus Furcht ihr Haus verließen. Die gleiche Wirkung hatten die Stöße in Wörth am Rhein; dort war schon in der Nacht vom 18. auf 19. Juli ein leichterer Stoß beobachtet worden. In Pfortz zeigte das Beben nicht mehr die Stärke wie in den genannten Orten, wurde aber noch deutlich wahrgenommen.

Die geschilderten Erdstöße sind eine Äußerung des Fortganges der Senkungsbewegungen im oberrheinischen Gebirgssystem. Zwischen den zurückbleibenden Massen des Schwarzwaldes und Odenwaldes einerseits und der Vogesen und des Hardtes andererseits ist die ursprüngliche Sohle der Rheinebene nach und nach im Laufe von gewaltigen Zeiträumen abgesunken und hat so zur Bildung eines weiten Grabens geführt, aus dem nur vereinzelte Schollen als Vorhügel von Schwarzwald und Vogesen aufragten. Bald nach Bildung dieses etwa 500 km langen und 40 km breiten Grabens drang von Süden her ein Meer ein, das sich langsam immer weiter ausdehnte und schließlich mit dem Meere verband, das ganz Norddeutschland überflutete. Es zog sich dann wieder zurück und hinterließ Ablagerungen, die allmählich in solche übergehen, wie sie sich im süßen Wasser bilden. Auf diesen Ablagerungen breitete später der Rhein mit seinen Nebenflüssen Geröllmassen aus, die teilweise mehr als 100 m hoch den Boden des zurückgewichenen Meeres bedecken. Aus ihnen ragen die Randgebirge noch jetzt mehr als 1200 m hoch empor. Da sich aus besonderen Vorkommnissen nachweisen läßt, daß von den in dem früheren Meere gebildeten Ablagerungen eine Schicht von 1500 m

wieder abgetragen wurde, ergibt sich als Maß für die überhaupt stattgehabte Veränderung der Höhenlage des ursprünglichen Untergrundes der oberrheinischen Tiefebene der Betrag von 3000 m. Der Betrag, um welchen sich dieser Höhenunterschied bei den genauer beobachteten Erdbeben verändert hat, läßt sich nicht feststellen; es ist fraglich, ob überhaupt eine gleichmäßige Senkung stattgefunden hat. Bei dem Erdbeben von 1880 lassen die kurz vor und nach dem 24. Januar 1880 auf der Strecke Straßburg—Appenweier ausgeführten Nivellements Höhenänderungen vermuten. Auf solche Höhenänderungen lassen sich vielleicht auch Widersprüche zwischen den 1881 auf der Strecke Basel—Konstanz vorgenommenen Höhenbestimmungen und den neueren schweizerischen Präzisionsnivellements zurückführen. Beobachtungen, welche Herr Geh. Hofrat Dr. Haid an der feinen Libelle auf der Axe des Passageninstrumentes im geodätischen Institut der Technischen Hochschule in Karlsruhe in der Nacht vom 21. auf 22. März und am Nachmittag des 22. März ausgeführt hat, ergaben nach seiner eigenen Mitteilung (Verhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins in Karlsruhe, XVI. Band, 1902—1903, Seite 19*) keine Anzeichen für Änderungen in dem vertikalen Stand des isolierten Mauerpfeilers im geodätischen Observatorium.


Erdbeben
am 23. März 1903.
Haupterschütterungsgebiet
sehr stark erschütterter Ort
stark " "
" "
Erschütterung nicht wahrgenommen
Mafsstab 1: 500 000.
Kilometer
Digitized by Google



VERHANDLUNGEN

DES

NATURWISSENSCHAFTLICHEN VEREINS

IN

KARLSRUHE.

---

19. Band. 1905—1906.

—> MIT 7 TAFELN. <—

KARLSRUHE.

DRUCK DER G. BRAUN'SCHEN HOFBUCHDRUCKEREI.

1906.

INHALT.

Sitzungsberichte.

Abhandlungen.

(Festschrift zur Goldenen Hochzeit Ihrer Königl. Hoheiten des Großherzogs und der Großherzogin.)

Jahresbericht.

Vorträge. Im Vereinsjahr 1905/06 haben 16 Sitzungen statt-
funden, an denen 19 Vorträge, deren Themata aus dem voran-
druckten Inhaltsverzeichnis zu entnehmen sind, abgehalten wurden.
Leider ging durch den Umbau des Hauses der Gesellschaft
useum das Zimmer, in dem seit dem Jahr 1883 die Sitzungen
eist abgehalten worden sind, verloren; ein passender Ersatz ist
dem sogenannten Konkordienzimmer des Gasthauses zum
oninger gefunden worden. Sechs Vorträge sind in den Hör-
len der Technischen Hochschule abgehalten worden.

Zu den anläßlich der Tagung der deutschen Bunsengesellschaft
r angewandte Chemie im Mai 1905 gehaltenen Vorträgen sind
e Mitglieder des Vereins in dankenswerter Weise eingeladen
wesen; ebenso hatten die Deutsche Kolonialgesellschaft, Abteilung
ırlsruhe zweimal, die Chemische Gesellschaft Karlsruhe einmal
e Freundlichkeit, unsere Mitglieder zu Vorträgen einzuladen.

Ehrungen. Einen schweren Verlust hat der Naturwissen-
haftliche Verein durch das am 11. Oktober 1905 erfolgte Ab-
en seines Ehrenmitgliedes und früheren langjährigen Schrift-
hrers, des Geh. Hofrates Prof. Dr. Meidinger erlitten; an seiner
hre hat der Vorstand unter rühmender Anerkennung der großen
rdienste des Verstorbenen um das Leben des Vereins eine letzte
umenspende niedergelegt. Eine eingehende Schilderung des
benslaufes des weit über die Grenzen seiner engeren Heimat
kannten Mannes und eine Würdigung seiner Verdienste hat
r zweite Vorsitzende in der letzten Abhandlung des vorliegenden
ndes niedergelegt.

Als weitere Ehrung wäre zu erwähnen, daß dem Natur-
ssenschaftlichen Verein in Kiel zu seinem 50jährigen Stiftungs-
t, das im Juni 1905 stattgefunden hat, ein Glückwunschtele-
amm gesandt worden ist.

Über die Tätigkeit der Erdbebenkommission hat deren Vorsitzender einen eingehenden Bericht in der zweiten Abhandlung des vorliegenden Bandes niedergelegt; den Mitgliedern hat er jeweils unter Vorlage an Seismogrammen in der 634., 638. und 641. Sitzung Mitteilungen über die beiden vom Naturwissenschaftlichen Verein eingerichteten Erdbebenstationen in Durlach und Freiburg gemacht.

Rechnungsführung.

A. Bestand der Kasse im Berichtsjahr 1905—1906.

Einnahmen.

Kassenrest vom Vorjahr	M. 1742,56	
Mitgliederbeiträge	„ 1434,00	
Zinsen, Kontokorrent-Zinsen	„ 897,65	
Für verkaufte Bände u. Verhandlungen	„ 3,50	
Verkaufte Wertpapiere	„ 4206,35	
		M. 8284.06

Ausgaben.

Bureaukosten, Druckkosten, Porto, Lokalmiete etc.	M. 523,93	
Druck des 18. Bandes der Verhandl.	„ 1434,61	
Einrichtung u. Betr. d. Erdbebenstationen	„ 5825,56	
		M. 7784,10
Kassenrest am 1. Juni 1906		M. 499,96
Bestand der Handkasse	M. 30,40	
Guthaben bei der Bad. Bank	„ 469,56	
	M. 499 96	

B. Vermögenstand.

Wertpapiere	M. 23 200,00	
Kassenrest	„ 499,96	
Vermögensstand am 1. Juni 1906		M. 23 699,96
„ „ 18. Mai 1905		„ 29 142,56
somit Verminderung (infolge der Mehrausgabe von 5828,56 M. für Zwecke der Erdbebenforschung aus dem Bohmschen Legat)		M. 5442,60

Drucksachen-Tauschverkehr.

Im verflossenen Vereinsjahr sind in den Drucksachen-Tauschverkehr eingetreten:

das Museum für Natur- und Heimatkunde in Magdeburg,
das Königl. bayr. Hydrotechnische Bureau in München,
die Naturwissenschaftliche Sektion des Vereins Botanischer Garten in Olmütz.

Eingegangen sind die nachfolgend verzeichneten Drucksachen:

Basel. Naturforschende Gesellschaft. Verhandlungen. Band 18, Heft 1.

Bergen. Museum. Aarsberetning for 1905. — Aarbog 1905. 2. 3. Häfte. An account of crustacea of Norway. Vol. V, Parts. 9—12.

Berlin. Botanischer Verein für die Provinz Brandenburg. Verhandlungen. 46. Jahrg. 1904; 47. Jahrg. 1905.

— Deutsche Geologische Gesellschaft. Zeitschrift. 56. Band, 4. Heft; 57. Band, 1.—3. Heft.

Bern. Naturforschende Gesellschaft. Mitteilungen aus dem Jahr 1904. No. 1565—1590.

— Schweizerische Naturforschende Gesellschaft. Versammlung in Winterthur am 30. und 31. Juli und am 1. und 2. August 1904. 87. Jahresversammlung.

Bonn. Naturhistorischer Verein. Verhandlungen. 61. Jahrg. 1904. 2. Hälfte; 62. Jahrg. 1905, 1. Hälfte.

— Niederrheinische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. Sitzungsbericht 1904. 2. Hälfte; 1905. 1. Hälfte.

Boston. American Academy of Arts and Sciences. Proceedings. Vol. 40, No. 15—23; Vol. 41, No. 1—19. — The Rumford Fund of the A. A. of A. and Sc.

Bremen. Naturwissenschaftlicher Verein. Abhandlungen. 18. Band. 2. Heft.

Brooklyn. Institute of Arts and Sciences. Cold Spring Harbor Monographs. III. IV. V.

Brünn. Naturforschender Verein. Verhandlungen. 43. Band. 1904. — 23. Bericht der Meteorologischen Kommission: Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen im Jahre 1903.

Bruxelles. Société Malacologique. Bulletin des séances. Année 1904.
— Société Entomologique de Belgique. Annales. 49e année. Mémoires XIII: Catalogue raisonné de microlepidoptères de Belgique. 1e partie.
— Académie Royales des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts. Bulletin de la classe des sciences. 1905. No. 3—11; 1906. No. 1—2. Annuaire. 72e année.
— Société Royale de Botanique. Bulletin. Année 1902–1903, 1—3e fasc.; Année 1904—1905, 1—2e fasc.

Budapest. Königl. Ung. Naturwissenschaftliche Gesellschaft. Mathematische und naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn. 20. Band, 1902. — Aquila, Zeitschrift für Ornithologie. 11. Jahrg. 1904.

Chapel Hill (North Car.) Elisha Mitchel Scientific Society. Journal. Vol. 21, No. 3, 4; Vol. 22, No. 1.

Cherbourg. Société Nationale des Sciences Naturelles et Mathématiques. Mémoires. Tome 33. 1. 2er fasc; Tome 34.

Cincinatti. Lloyd Library. Reproduction series No. 4. — Mycological notes No. 3, 19, 20.

Chur. Naturforschende Gesellschaft Graubündens. Jahresbericht. 47. Band. Vereinsjahr 1904/05.

Córdoba. Academia Nacional. Boletin. Tomo 17, entr. 4; 18, entr. 1, 2.

Danzig. Naturforschende Gesellschaft. Schriften. N. F. 11. Band. 3. Heft.

Dar-es-Salâm. Kais. Gouvernement. Berichte über Forst- und Landwirtschaft in Deutsch-Ostafrika. 2. Band, 5., 6. und 7. Heft.

Dresden. Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. Jahresbericht. Sitzungsperiode 1904—1905.
— Genossenschaft Flora, Gesellschaft für Botanik und Gartenbau. Sitzungsberichte und Abhandlungen. 8. Jahrgang. 1903—1904.
— Naturwissenschaftliche Gesellschaft Isis. Sitzungsberichte und Abhandlungen. Jahrg. 1905. Jan.—Dez.

Dürkheim. Pollichia. Naturwissenschaftlicher Verein der Rheinpfalz. Mitteilungen No. 20, 61. Jahrg. 1904; No. 21, 62. Jahrg. 1905. — von Neumayer. Eine erdmagnetische Vermessung der bayerischen Rheinpfalz 1855/56.

Elberfeld. Naturwissenschaftlicher Verein. Jahresbericht. 11. Heft mit Beilage: Bericht über die Tätigkeit des chemischen Untersuchungsamtes der Stadt Elberfeld für das Jahr 1905.

Emden. Naturforschende Gesellschaft. 89. Jahresbericht 1903 bis 1904.

Erlangen. Physikalisch.-Medizinische Sozietät. Sitzungsbericht. 36. Band, 1904.

Frankfurt a. M. Physikalischer Verein. Jahresbericht f. d. Rechnungsjahr 1903—1904.

— Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft. Bericht 1905.

Frankfurt a. O. Naturwissenschaftlicher Verein. Helios. 22. Band.

Gießen. Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. 34. Bericht.

Graz. Naturwissenschaftlicher Verein. Mitteilungen. Jahrg. 1904.

Greifswald. Geographische Gesellschaft. 9. Jahresbericht 1903 bis 1905. — 20. Exkursion. Exkursion nach Helgoland und Hamburg am 13.—17. Juni 1905.

Halifax. Nova Scotian Institute of Natural Science. Proceedings and Transactions Vol. 11. Part I, Session of 1902—1903.

Halle. Verein für Erdkunde. Mitteilungen 1905.

— Kais. Leopold.-Karol. Akad. der Naturforscher. Anzeiger. Heft 41. Nr. 5—8, 11; Heft 42. Nr. 1—4.

Hamburg. Naturwissenschaftlicher Verein. Verhandlungen. 3 Folge. XII, XIII.

Hamilton. Hamilton Association. Journal and Proceedings. 1904—1905 Nr. 21.

Heidelberg. Naturhistorisch-Medizinischer Verein. Verhandlungen. 8. Band. 2. Heft.

— Königstuhl. Astrometrisches Institut. Mitteilungen V. VI. — Bestimmung der Längendifferenz zwischen der Gr. Sternwarte (Astrometrisches Institut) bei Heidelberg und der Kais. Universitäts-Sternwarte in Straßburg i. E.

Königstuhl. Astrophysikalisches Institut. Jahresbericht 1904. — Publikationen Band II. Nr. 1—8.

Helsingfors. Societas pro Fauna et Flora Fennica. Acta 25. — Meddelanden. 29. Häftet. 1902—1903.

Innsbruck. Naturwissenschaftlich-Medizinischer Verein. Berichte. 29. Jahrg. 1903/04 u. 1904/05.

Karlsruhe. Zentralbureau für Meteorologie u. Hydrographie. Beiträge zur Hydrographie des Gr. Baden. XI., XII. Heft. — Jahresbericht f. 1904.

Kiel. Naturwissenschaftlicher Verein. Schriften. Band 13. 1. Heft.

Königsberg. Physikalisch-Oekonomische Gesellschaft. Schriften. 45., 46. Jahrgang.

Lausanne. Société Vaudoise des Sciences Naturelles. Vol. 40, Nr. 152; Vol. 41, Nr. 153, 154.

Leipa. Nordbömischer Exkursionsklub. Mitteilungen. 28. Jahrg. 2.—4. Heft; 29. Jahrg., 1. Heft.

Leipzig. Naturforschende Gesellschaft. Sitzungsberichte. 30. und 31. Jahrg. 1903—1904.

— Jablonowskysche Gesellschaft. Jahresbericht 1906.

Madison (Wisc.). Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters. Transactions Vol. III, 1873—1876; Vol. IV, 1876 — 1877; Vol. V, 1877—1881; Vol. VI, 1881—1883; Vol. VII, 1883—1887; Vol. XIV, 1903 Part. II.

Magdeburg. Museum für Natur- und Heimatkunde. Abhandlungen und Berichte. Band I, Heft 1.

Marburg. Gesellschaft zur Förderung der gesamten Naturwissenschaften. Sitzungsberichte. Jahrg. 1904/1905.

Marseille. Faculté des Sciences. Annales. Tome XV.

Mexico. Instituto Geológico. Boletin Nr. 20, 21. — Parergones Tomo I, Nr. 8—10.

— Observatorio Meteorológico-Magnetico Central. Boletin Mensual. Sept. Okt. 1902; Mai 1904.

Milwaukee. Public Museum. 23th. Annual Report, Sept. 1st 1904 to August 31st 1905.

— Wisconsin Natural History Society. Bulletin Vol. 3, Nr. 4; Vol. 4, Nr. 1, 2.

Montevideo. Museo Nacional. Flora Uruguaya. Tomo II (ultima entrega). — Anales. Serie II, entr. II; Tomo II, entr. 1.

München. K. Akademie der Wissenschaften. Sitzungsberichte der mathem.-physikalischen Klasse. 1905. Heft 1—3.

— Ornithologische Gesellschaft. Verhandlungen 1904. Bd. V.

— K. Hydrotechnisches Bureau. Jahrbuch 5. Jahrg. 1903; 6. Jahrg. 1904; 7. Jahrg. 1905. — Hartmann. Unter-

suchungen über das Verhalten der Wasserstände und der Talsohle der oberen Donau im Kreise Schwaben und Neuburg. — Abhandlungen: Ebermayer und Hartmann. Untersuchungen über den Einfluß des Waldes auf den Grundwasserstand. Ein Beitrag zur Lösung der Wald- und Wasserfrage. München 1904. — Specht. Größte Regenfälle in Bayern und ihre Verwertung für Hochwasserberechnungen nach Beobachtungen der Regenstationen in den Jahren 1899—1904. Mit einem Anhang: Ermittlung einer Beziehung zwischen Niederschlag und größtmöglichem Abflusse. München 1905. — Das Pegnitzgebiet in bezug auf seinen Wasserhaushalt. II. Teil: Ausnützung der Wasserkräfte. Bearbeitet von A. Specht. München 1904. — Verzeichnis der Flächeninhalte der Bach- und Flußgebiete im Königr. Bayern. Heft I—V, VIII. — Übersichtliche Zusammenstellung des Stromgebietes der Donau von den Quellen bis zum völligen Austritt aus Bayern. München 1905. — Atlas der bayerischen Flußgebiete. (1:200000) Blatt 5, 7, 8, 9, 10.

München. Bayer. Gesellschaft zur Erforschung der heimischen Flora. Mitteilungen Nr. 36—38.

Nancy. Société des Sciences. Bulletin des séances. Serie III, Tome IV, Fasc. I, II; Tome V, Fasc. III, IV; Tome VI, Fasc. III.

Neuchatel. Société des Sciences Naturelles. Bulletin, Tome 29. Année 1900—1901; Tome 30, Année 1901—1902; Tome 31, Année 1902—1903.

New York. American Museum of Natural History. Bulletin. Vol. 17, Part III (Dixon. The Huntington California Expedition. The Northern Maidu.); Vol. 17, Part IV. (Anthropometry of Central California); Vol. 21. 1905. — Annual Report for 1904. — Memoirs. Vol. IX, Part II: The phytosauria, with especial reference to mystriosuchus and rhytidodon.

Nürnberg. Naturhistorische Gesellschaft. Abhandlungen 15. Band. 2. Heft.

Olmütz. Naturwissenschaftliche Sektion des Vereins Botanischer Garten. I. Bericht. Vereinsjahre 1903/04 und 1904/05.

Ottawa. Geological Survey of Canada. Relief map of Canada. 1: 6336000.

Pará. Museu Göldi. Boletim Vol. IV, No. 4. — Verzeichnis der wissenschaftlichen Publikationen, welche während der Periode 1894—1904 aus dem Staatsmuseum Göldi für Naturgeschichte und Ethnographie in Pará hervorgegangen sind, oder bibliographischer Rückblick auf die Publikationsleistungen während des ersten Jahrzehnts seines Bestehens.

Philadelphia. Academy of Natural Sciences. Proceedings Vol. 57, Part III, (Sept. — Dec. 1905).

Pisa. Società Toscana di Scienze Naturale. Processi verbali Vol. 14, No. 6—8, Vol. 15. — Memorie Vol. 21.

Prag. Deutscher Naturwissenschaftlich-Medizinischer Verein Lotos. Sitzungsberichte. Jahrgang 1904. (Neue Folge 24. Band.)

— K. Böhmische Gesellschaft der Wissenschaften. Sitzungsberichte der math.-naturw. Klasse. 1905. — Jahresbericht f. d. Jahr 1905. — Generalregister der Schriften der K. Böhm. Ges. d. Wiss. 1884—1904. — Kostlivy. Untersuchungen über die klimatischen Verhältnisse von Beirut, Syrien.

Roma. R. Accademia dei Lincei. Atti. Vol. 14; 1° sem. Fasc. 8—12. Vol. 14. 2° sem, Fasc. 1—12; Vol. 15. 1° sem. Fasc. 1—8. — Atti. Rendiconto dell' adunanza solenne del 4. Giugno 1905.

— R. Comitato Geologico d'Italia. Bollettino. Anno 1905, No. 2—4.

St. Gallen. Naturwissenschaftliche Gesellschaft. Jahrbuch f. d. Vereinsjahr 1904.

St. Louis. Academy of Science. Transactions. Vol. XIV, No. 7—8; Vol. XV, No. 1—5.

San Paulo. Sociedad Cientifica. Revista, No. 2. Sept. 1905.

Sion. Société Murithienne. Bulletin. Fasc. 33. Année 1904.

Stockholm. Entomologiska Föreningen. Entomologiska Tidskrift. Årgang 1904. Häfte 1—4.

Stuttgart. Verein für vaterländische Naturkunde. Jahreshefte. 61. Jahrgang mit Beilage: Ergebnisse der pflanzengeographischen Durchforschung von Württemberg, Baden und Hohenzollern. I.

Sydney. Australian Museum. Records. Vol. V, No. 6; Vol. VI, No. 1, 2. — Report of the Trustees for the year ended 30. June 1905.

Tacubaya. Observatorio Astronómico Nacional. Anuario para el año 1906. Año 26. — Observaciones meteorológicas durante el año 1896.

Tokio. Zoological Society. Annotationes zoologicae japonenses. Vol. V, Part IV, V.

Upsala. Geological Institut of University. Bulletin 1902—1903. Vol. VI, No. 1—12.

— Universität. Results of the Swedish Zoological Expedition to Egypt and the White Nile 1901. Part II.

Washington. Smithsonian Institution. Annual report for the year ending June 30, 1904. — Desgl. Report of the National Museum.

— U. S. Department of Agriculture. Yearbook 1904.

Wien. K. K. Geologische Reichsanstalt. Verhandlungen 1905, No. 1—18; 1906, No. 1—4. — Generalregister der Bände 41—50 der Jahrbücher und der Bände 1891—1900 der Verhandlungen. — Jahrbuch. Jahrg. 1905. 55. Band, 1.—4. Heft; Jahrg. 1906. 56. Band, 1. Heft.

— Akademie der Wissenschaften. Anzeiger 1905, No. 11—27; 1906, No. 1—14.

— K. K. Naturhistorisches Hofmuseum. Annalen. Band 19, No. 4; Band 20, No. 1.

Wiesbaden. Nassauischer Verein für Naturkunde. Jahrbücher. Jahrg. 58.

Würzburg. Physikalisch-Medizinische Gesellschaft. Sitzungsberichte 1904, No. 1—10; 1905, No. 1—9.

Zürich. Naturforschende Gesellschaft. Vierteljahrsschrift. 49. Jahrg. 1904. 3. u. 4. Heft. 50. Jahrg. 1905. 1.—4. Heft.

Vorstand.

Der Vorstand hat im Berichtsjahr 1905/06 aus den Herren

1. Geheimerat Prof. Dr. Engler, als Vorsitzender,
2. Geh. Hofrat Prof. Dr. Lehmann, als Stellvertreter des Vorsitzenden,
3. Geh. Hofrat Prof. Dr. Bunte, als Rechner,
4. Prof. Dr. Schultheiß, als Schriftführer, Redakteur und Bibliothekar,

5. Geheimerat Dr. Battlehner,
6. Staatsrat Oberbaudirektor Honsell,
7. Geh. Hofrat P. Treutlein,

bestanden.

Bewegung unter den Mitgliedern.

Neu eingetreten sind im Berichtsjahre 1905/06 die Herren: Prof. Dr. von Beck, Oberregierungsrat Dr. Bittmann, Lehramtspraktikant Emmerich, Bankbeamter Gau, Rechtsanwalt Händel, Privatdozent Dr. Hennings, Direktor Hoffacker, Oberamtmann Dr. Holderer, Augenarzt Dr. Katz, Lehramtspraktikant König, Regierungsbaumeister Langsdorff, Ingenieur Mandelbaum, Prof. Dr. Paulcke, Assistent Dr. Philipp, Privatdozent Dr. Skita, Ministerialrat Dr. Stoll, Vermessungsinspektor Stutz, General von Tempsky.

Durch den Tod hat der Verein seine beiden Ehrenmitglieder: den Staatsrat Dr. Moritz in Dorpat und seinen früheren langjährigen Schriftführer Geh. Hofrat Dr. Meidinger, ferner die Mitglieder Prof. Dr. K. L. Bauer, Privatmann Dr. Dittrich, Prof. Dr. Futterer, Augenarzt Dr. Gelpke, Domänenrat Gräff, Laboratoriumsvorstand Prof. R. Haas, Hofbaudirektor Hemberger verloren.

Ausgetreten sind, zumeist infolge von Wegzug, die Herren: Prof. Dr. Haußner, Amtmann Dr. Klotz, Assistent Dr. Knoche, Geh. Hofrat Leutz, Ökonomierat Magenau und Professor Wacker.

Am Schluß des Vereinsjahres 1905/06 hat der Verein 239 Mitglieder gezählt.

Mitglieder-Verzeichnis

(nach dem Stand vom 1. Juni 1906).

a. Korrespondierendes Mitglied.

Herr R. Temple, Schriftsteller in Buda-Pest.

b. Mitglieder. *

Alberti, Dr., Augenarzt (1902).
Albicker, Karl, Apotheker (1902).
Allers, H., Zahntechniker (1899).

* Die beigefügten Zahlen bedeuten das Jahr der Aufnahme.

Ammon, Dr. Otto, Schriftsteller (1883).
Arnold, Dr. Em., Laboratoriumsvorstand an der chemisch-techn. Prüfungs- u. Versuchsanstalt der Techn. Hochschule (1903).
Arnold, Eng., Geh. Hofrat, Professor der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule (1895).
Auerbach, Dr., Kustos für Zoologie am Gr. Naturalienkabinett und Privatdozent an der Technischen Hochschule (1903).
Babo, Freiherr von, Baurat (1902).
Bartning, H., Referendär (1904).
Bartning, O., Rentner (1882).
Battlehner, Dr. F., Geheimerat (1866).
Battlehner, Dr. Th., Bezirks-Assistenzarzt (1898).
Beck, Dr., Prof. von, Direktor des Städt. Krankenhauses (1906).
Becker, Gustav, Oberkriegsgerichtsrat (1902).
Beeg, H., Fabrikdirektor in Durlach (1902).
Behm, O., Mechaniker (1889).
Behrens, Prof. Dr. J., Vorstand der Landw. Versuchsanstalt in Augustenberg bei Grötzingen (1902).
Benckiser, Dr. A., Geh. Hofrat, prakt. Arzt (1890).
Benckiser, Dr. W., Landgerichtsrat (1899).
Benoit, G., Professor des Maschinenbaues an der Technischen Hochschule (1902).
Berberich, Dr. A., prakt. Arzt (1897).
Bittmann, Dr. K., Oberregierungsrat, Vorstand der Fabrikinspektion (1906).
Böhm, Dr. F., Geh. Oberregierungsrat (1899).
Bongartz, Dr. A., prakt. Arzt (1896).
Brauer, E., Geh. Hofrat, Professor der theoretischen Maschinenlehre an der Technischen Hochschule (1893).
Brian, Dr. E., Medizinalrat (1896).
Buch, H., Ministerialrat (1899).
Buchmüller, Dr. prakt. Arzt (1905).
Bürgin, J., Obergeometer an der Technischen Hochschule (1894).
Buri, Theod., Lehramtspraktikant in Kehl (1903).
Bunte, Dr. H., Geh. Hofrat, Professor der chemischen Technologie an der Technischen Hochschule (1888).
Cadenbach, Dr., Amtmann (1904).
Carl, Dr. Siegfr., Städt. Obertierarzt (1901).
Clauß, Dr. H. W., prakt. Arzt (1898).

Clement, Gust., Reichsbankassessor (1904).
Cramer, H., Professor am Realgymnasium (1903).
Daehn, Dr. Ludw., Kriegsgerichtsrat (1904).
Deimling, Fr., Privatmann (1904).
Delisle, R., Oberingenieur a. D. in Durlach (1886).
Dieckhoff, Dr. E., a. o. Professor der Chemie an der Technischen Hochschule (1880).
Dinner, Dr. H., Professor am Realgymnasium (1904).
Doederlein, G., Dr. Ing., Oberingenieur (1899).
Döll, G., Medizinalrat (1875).
Dörr, J., Professor an der Realschule (1895).
Doll, Dr. K., Hofrat, prakt. Arzt (1890).
Dolletschek, Ed., Kaufmann (1877).
Drach, A., Geh. Oberbaurat und Professor an der Technischen Hochschule (1881).
Durler, J., Professor am Gymnasium (1899).
Eberle, Dr. G., Bezirksarzt (1904).
Eitel, Dr. K. H., Apotheker und Stadtrat (1897).
Eitner, Prof., Dr. P., Leiter der chemisch-technischen Prüfungs- und Versuchsanstalt (1901).
Emmerich, E, Lehramtspraktikant (1906).
Engler, Dr. K., Geheimerat, Professor der Chemie an der Techn. Hochschule und Direktor des chemischen Instituts (1876).
Eppenich, H., Civilingenieur (1902).
Fikentscher, Tiermaler in Grötzingen (1904).
Fink, Handelslehrer (1903).
Fischbach, Dr. E., prakt. Arzt (1895).
Fischer, Otto, Hoflieferant (1901).
Föhlisch, Dr. E., Regierungsrat, Fabrikinspektor (1900).
Frankenstein, Dr. W., Chemiker (1901).
Fuchs, Dr., Baurat (1904).
Galette, Bankdirektor (1904).
Gau, E., Bankbeamter (1905).
Genter, Dr., prakt. Arzt (1902).
Gernet, K., General-Oberarzt a. D. (1875).
Glockner, B., Geheimerat, Direktor der Steuerdirektion (1878).
Goedecker, E., Ingenieur (1899).
Goffin, L., Direktor (1879).
Gräbener, L., Hofgartendirektor (1880).

Grävenhan, Dr. P., Professor am Kadettenkorps (1897).
Grashof, R., Professor am Gymnasium (1895).
Graßmann, R., Professor d. Maschinenbaues a. d. Techn. Hochschule [(1904).
Gretsch, Eug., Forstrat (1903).
Grund, Fabrikant (1904).
Gutmann, Dr. K., prakt. Arzt (1894).
Gutsch, Dr. L., Medizinalrat, Spezialarzt für Chirurgie (1895).
Haber, Dr. F., Professor der physikalischen Chemie an der Technischen Hochschule (1896).
Hafner, Fr., Regierungsrat (1886).
Haid, Dr. M., Geh. Hofrat, Professor der Geodäsie an der Technischen Hochschule (1882).
Hamel, Dr., Professor für Mathematik an der Deutschen Techn. Hochschule in Brünn (1904).
Händel, Wilh., Rechtsanwalt (1905).
Hart, J., Geheimerat, Professor des Maschinenbaues an der Technischen Hochschule (1870).
Hassenkamp, K., Rentner (1875).
Hauser, Dr. W., Obermedizinalrat (1898).
Hausrath, Dr. H., Professor der Forstwissenschaft an der Technischen Hochschule (1897).
Heintze, Dr., Ministerialrat (1901).
Helbig, Dr. M., Privatdozent für Bodenkunde an der Techn. Hochsch. (1903).
Helbing, Dr. P., prakt. Arzt (1896).
Hemberger, H., Hochbauinspektor (1904).
Henning, Th., Kommerzienrat (1896).
Hennings, Dr. K., Privatdozent f. Zoologie a. d. Techn. Hochschule (1905).
Heß, Geh. Oberpostrat und Oberpostdirektor a. D. (1901).
Hildebrandt, M., Geh. Oberfinanzrat (1881).
Hoffacker, K., Direktor der Kunstgewerbeschule (1905).
Hoffmann, Dr. H., prakt. Arzt (1881).
Hoffmann, K., Major a. D. (1897).
Holderer, Dr. J., Oberamtmann in Kehl (1905).
Holzmann, A., Professor an der Oberrealschule (1893).
Homburger, Dr. Th., prakt. Arzt (1899).
Honsell, M., Staatsrat, Direktor des Wasser- und Straßenbaues, Professor des Wasserbaues an der Techn. Hochschule (1884).

Hutt, J., Zahnarzt (1904).
Jahraus, W., Buchhändler in Straßburg (1899).
Joos, Gr. Maschineninspektor (1904).
Jourdan, Dr. J., prakt. Arzt (1894).
Just, Dr., Gerh., Privatdozent für phys. Chemie an der Technischen Hochschule (1903).
Kaiser, Dr. F., Medizinalrat (1889).
Karle, M., Professor am Gymnasium (1897).
Kast, Dr. H., a. o. Professor der Chemie an der Technischen Hochschule (1883).
Katz, Dr., prakt. Augenarzt (1905).
Keller, K., Geh. Hofrat, Professor des Maschinenbaues an der Technischen Hochschule (1869).
Klein, Dr. L., Professor der Botanik a. d. Techn. Hochschule (1895).
Klein, L., I. Assistent an der chemisch-technischen Prüfungs- und Versuchsanstalt (1897).
Knauer, Leonh., Reallehrer (1902).
Kneucker, A., Hauptlehrer (1902).
Knittel, Dr. A., Buchdruckereibesitzer (1902).
Knittel, Dr. R., Buchhändler (1895).
Köhler, Oberförster in Bretten (1903).
Kölmel, Prof. Dr., in Baden (1900).
König, G., Lehramtspraktikant (1906).
Kohlhepp, Fr., Bezirkstierarzt (1886).
Kors, A. van der, Bankdirektor (1890).
Kreßmann, A. Th., Major a. D. (1875).
Krieger, Dr. M., prakt. Arzt in Königsbach (1904).
Kronstein, Dr. A., Chemiker (1896).
Krumm, Dr. F., Spezialarzt für Chirurgie (1897).
Künkel, K., Reallehrer in Ettlingen (1902).
Kund, Th., Wirkl. Geh. Kriegsrat (1903).
Kux, Dr. H., Chemiker (1899).
Lang, Dr. A., Professor am Realgymnasium (1897).
Langsdorff, E., Regierungsbaumeister (1905).
Lay, Dr., Aug., Seminarlehrer (1903).
Le Blanc, Dr. M., Professor der physikalischen Chemie und Elektrochemie an der Technischen Hochschule (1901).
Lehmann, Dr. O., Geh. Hofrat, Professor der Physik an der Technischen Hochschule (1890).

Lentz, H., Professor am Realgymnasium (1896).
Levinger, Dr. F., prakt. Arzt (1895).
Lorenz, W., Kommerzienrat (1879).
Ludwig, Dr., Th., Spezialarzt für Chirurgie (1904).
Lüders, P., Ingenieur in Berlin (1895).
Mandelbaum, A., Ingenieur (1906).
Marschalck, K. von, Major a. D. (1896).
Massinger, R., Professor an der Oberrealschule (1894).
May, Dr. W., a. o. Professor für Zoologie a. d. Technischen Hochschule (1899).
Mayer, Paul, Lehramtspraktikant (1904).
Mayer, Rud., Zinkograph (1893).
Meeß, Ad., Privatmann u. Stadtrat (1899).
Millas, K. de, Ingenieur (1893).
Molitor, Dr. E., prakt. Arzt (1894).
Müller, Dr. L., Medizinalrat (1896).
Müller, Dr. U., Professor der Forstwissenschaft an der Technischen Hochschule (1893).
Muth, Dr., Oppenheim (1902).
Näher, R., Baurat (1893).
Naumann, Er., Bergassessor (1904).
Neumann, Dr., M., prakt. Arzt (1901).
Netz, Dr. F., prakt. Arzt (1893).
Nüßlin, Dr. O., Geh. Hofrat, Professor der Zoologie an der Technischen Hochschule (1878).
Oechelhaeuser, Dr. A. von, Geh. Hofrat, Professor der Kunstgeschichte an der Technischen Hochschule (1898).
Oehmichen, H., Fabrikant (1904).
Ordenstein, H., Hofrat, Direktor des Konservatoriums (1903).
Orsinger, Jul., Professor an der Realschule (1904).
Paull, Dr. H., prakt. Arzt (1898).
Paulcke, W., a. o. Professor für Mineralogie und Geologie.
Paravicini, Dr. R., Hilfsarbeiter im Minist. des Innern (1903).
Peter, W., Architekt (1903).
Pezoldt, O., Buchhändler (1903).
Pfeil, Dr., Chemiker in Pforzheim (1901).
Philipp, Dr., Assistent am mineralog. Institut d. Techn. Hochsch. (1905).
Reck, K. von, Freiherr, Geheimerat und Kammerherr (1869).

Rebmann, E., Oberschulrat (1902).
Rehbock, Th., Professor des Wasserbaues an der Technisch
Hochschule (1900).
Reichard, Fr., Stadtbaurat, Direktor der städtischen Gas- u
Wasserwerke (1892).
Reinfurth, Th., Seminarlehrer (1903).
Resch, Dr. A., prakt. Arzt (1888).
Richter, Prof. Dr., M., Fabrikdirektor (1903).
Riehm, Ph., Verbandssekretär (1903).
Riffel, Dr. A., prakt. Arzt, a. o. Professor für Hygiene
der Technischen Hochschule (1876).
Risse, Dr. H., prakt. Arzt (1899).
Röder von Diersburg, Freiherr, Oberst z. D. und Kammerhe
(1901).
Rosenberg, Dr. M., prakt. Arzt (1898).
Roth, Dr. K., prakt. Arzt (1897).
Rupp, G., Professor, Leiter der Großh. Lebensmittelprüfung
station (1899).
Sachs, W., Geh. Oberfinanzrat (1885).
Sachs, W., Kaufmann.
Schaaff, E., Privatier (1899).
Schellenberg, R., Finanzrat (1899)
Scheurer, K., Hofmechaniker und Optiker (1877).
Schleiermacher, Dr. A., Professor der theoretischen Phy
an der Technischen Hochschule (1881).
Schmidt, Fr., Professor der wissenschaftlichen Photographie
der Technischen Hochschule (1892).
Scholl, Dr. Rol., a. o. Professor der Chemie an der Tec
nischen Hochschule (1896).
Scholtz, K., Stabsveterinär (1905).
Schultheiß, Professor Dr., Ch., Großh. Meteorolog und Doze
a. d. Techn. Hochsch. (1886).
Schur, Dr. F., Geh. Hofrat, Professor der Geometrie an d
Technischen Hochschule (1901).
Schuster, Fr., Oberstleutnant a. D. (1905).
Schwab, Dr., Th., prakt. Arzt (1905).
Schwarzmann, Professor Dr. M., Privatdozent für Mineralogie
der Technischen Hochschule und Kustos am Naturalie
kabinett (1901).

Schweickert, M., Seminar-Oberlehrer a. D. (1873).
Seneca, F., Fabrikant (1863).
Siefert, X., Oberforstrat, Professor der Forstwissenschaft an der Technischen Hochschule (1895).
Sieveking, Dr. H., Privatdozent für Physik an der Technischen Hochschule (1902).
Skita, Dr. A., Privatdozent für Chemie a. d. Tech. Hochsch. (1905).
Spranger, E., Postrat (1903).
Sprenger, A. E., Geh. Oberregierungsrat (1878).
Spuler, Dr. A., a. o. Professor der Anatomie in Erlangen (1897).
Spuler, Dr. R., Augenzarzt (1903).
Stark, F., Professor an der Oberrealschule (1895).
Stein, H., Apotheker in Durlach (1896).
Steiner, Dr. A., prakt. Arzt (1896).
Sternberg, Dr. H., prakt. Arzt (1897).
Steude, Dr. M., Sekretär (1896).
Stoll, Herm., Forstpraktikant (1902).
Stoll, Dr. W., Ministerialrat (1906).
Ströbe, F., Dr., Hofapotheker (1905).
Stutz, Ludw., Gr. Vermessungsinspektor (1905).
Teichmüller, Dr. J., a. o. Professor der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule (1899).
Tein, Dr. M. von, k. bayer. Bauamtmann (1888).
Tempsky, G., von, General z. D. (1906).
Timann, Dr., Generalarzt (1903).
Treutlein, P., Geh. Hofrat, Direktor des Reform- und Realgymnasiums (1875).
Troß, Dr. O., Hofrat, prakt. Arzt (1893).
Vogel, Dr., Chemiker (1904).
Vogt, A., Rektor, Vorstand der städt. Handelsschule (1903).
Volz, H., Professor an der Akademie der bildenden Künste (1892).
Wagner, Dr. E., Geheimerat, Konservator der Altertümer (1864).
Wagner, G., Privatier in Achern (1876).
Wagner, Leop., Prokurist in Ettlingen (1899).
Wallenberg, A. von, Generalmajor z. D. (1903).
Weber, Assistent am physik. Institut der Techn. Hochschule (1904).
Wedekind, Dr. L., Geh. Hofrat, Professor der Mathematik an der Technischen Hochschule (1876).
Weiler, Dr. A., Professor a. D. (1883).

Williard, A., Baurat a. D. und Stadtrat (1895).
Wilser, Dr. L., in Heidelberg (1881).
Wimmer, Em., Forstpraktikant, Assistent an der Technischen Hochschule (1904).
Winkelmann, Dr., Max, Assistent für theoretische Mechanik (1906).
Wittmer, K., Oberforstrat (1899).
Wöhler, Dr. Loth., a. o. Professor der Chemie a. d. Technischen Hochschule (1898).
Wunderlich, Dr. H., prakt. Arzt (1896).
Zartmann, Dr. F., Privatmann (1899).
Ziegler, A., Medizinalrat (1903).
Ziegler, Dr. V., prakt. Arzt (1899).
Zimmermann, Fr., Gr. Oberingenieur (1899).

Für die Redaktion verantwortlich: Prof. Dr. Schultheiss.

Sitzungsberichte.

---

630. Sitzung am 9. Juni 1905.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 31 Mitglieder.

Neu angemeldetes Mitglied: Herr Oberamtmann Dr. Holderer in Bretten.

Herr Privatdozent Dr. May hielt einen Vortrag über: „Darwinistische Probleme in der griechischen Philosophie". Als solche bezeichnete er das Speziesproblem, d. h. die Frage nach der Entstehung der organischen Formen auf unserer Erde, und das teleologische Problem, d. h. die Frage nach der Entstehung der organischen Zweckmäßigkeit. Schon die griechischen Philosophen beschäftigten sich mit beiden Fragen. So lehrte Anaximander das Hervorgehen der Tiere aus dem Schlamm im Wasser durch den Einfluß der Sonnenwärme, und die Entstehung der Landtiere aus Vorfahren, die in einer fischähnlichen Hülle steckten. Heraklit von Ephesos stellte den Satz auf: „alles fließt", und behauptete, der Kampf sei der Vater aller Dinge, worin man einen Anklang an die Lehre Darwins vom Kampf ums Dasein erblickt hat. Xenophanes, Parmenides, Empedokles und Demokrit ließen die Lebewesen durch Urzeugung aus dem Erdschlamm entstehen. Empedokles machte zugleich den ersten Versuch, die Zweckmäßigkeit der organischen Bildungen rein mechanisch aus blinden Naturkräften zu erklären, ahnte also den Darwinschen Selektionsgedanken voraus. Im Gegensatz zu Empedokles nahm Anaxagoras einen zwecktätig wirkenden Weltgeist an. Die Tiere und Pflanzen ließ auch er aus Erde hervorgehen, die durch

Keime aus der Luft und dem Aether befruchtet wurde. Sokrates glaubte, daß die Tiere und Pflanzen zum Wohl und Nutzen des Menschen erschaffen worden seien. Auch Plato huldigte dieser Ansicht, indem er die Pflanzen als Nahrung für den Menschen, die Tiere als Aufenthaltsorte für die verderbten menschlichen Seelen von den göttlichen Gestirnen erzeugt werden läßt. Aristoteles sprach von einer Stufenleiter in der Natur, die von den unbeseelten Dingen zu den Pflanzen, von den Pflanzen zu den Tieren, von den Tieren zu den Menschen führt. Diese Stufenleiter war ihm aber keine Entwicklungsreihe, d. h. er lehrte nicht das Hervorgehen der Pflanzen aus den Steinen, der Tiere aus den Pflanzen, der Menschen aus den Tieren. Er hielt vielmehr die Welt und die in ihr lebenden Organismen für ewig und ungeworden. Seit jeher hat es nach Aristoteles die heutigen Tier- und Pflanzenarten gegeben, nur die Einzelwesen sind vergänglich. Hypothetisch hat allerdings auch Aristoteles den Gedanken der Urzeugung entwickelt. In der nacharistotelischen Philosophie fand die Urzeugungslehre in den Epikuräern entschiedene Vertreter. Der römische Epikuräer Titus Lucretius Carus läßt in seinem berühmten Lehrgedicht „Ueber die Natur der Dinge" zuerst die Vögel aus den durch Urzeugung entstandenen Eiern hervorschlüpfen, dann die anderen Tiere aus gebärmutterartigen Hüllen, die aus dem Erdboden hervorsproßten. Auch entwickelt Lucretius mit großer Klarheit den darwinistischen Gedanken der Naturauslese im Kampf ums Dasein, und seine Ausführungen über die allmähliche Entwicklung des Menschengeschlechtes aus rohen Anfängen berühren sich vielfach mit modernen Ideen.

An der Besprechung des Vortrages beteiligten sich die Herren Engler, Fuchs und Wagner.

631. Sitzung am 23. Juni 1905.

Vorsitzender: Herr Geh. Hofrat Dr. Lehmann. Anwesend 38 Mitglieder.

Herr Geh. Hofrat Prof. Haid sprach über die im südlichen Schwarzwald und in der Bodenseegegend ausgeführten Schwerkraftmessungen. Nach Erläuterung der Ausführung der Beobachtungen und des dazu gebrauchten Pendelapparates wurde in Kürze der Gang der Berechnung dargelegt. Auch wurde gezeigt, wie man

zu dem Ausdruck für die Abhängigkeit der Schwerkraftintensität von der geographischen Breite gelangt. Dabei wies der Redner auf die von Professor Helmert eingeführte Kondensationsmethode hin. Man denkt sich hier eine Schicht von 21 Kilometer Dicke zwischen der physischen Erdoberfläche und einer zum Meeresniveau parallelen Fläche mit gleichmäßiger Masse von mittlerer Dichte des Festlandes erfüllt und kondensiert alle Unregelmäßigkeiten in der Massenverteilung von Kontinenten und Ozeanen als positiven oder negativen Massenbelag auf die innere Parallelfläche. Gegenüber dem, für solche Verhältnisse normalen Wert der Schwerkraft ergibt der an einem Ort beobachtete Wert der Schwereintensität, ganz abgesehen von Beobachtungsungenauigkeiten, mehr oder minder große Differenzen, deren Ursache dann in sogenannten Störungen der Massenverteilung zu suchen sind. Man kann sich nun alle Massenstörungen, welche bewirken, daß die beobachtete Schwerkraft nicht ihrem Normalwert gleich ist, ersetzt denken durch eine nach außen gleichwirkende ideelle kondensierte Schicht von gewisser Flächendichtigkeit im Meeresniveau dicht unter dem Ort, auf welchem beobachtet wurde. Von dieser ideellen Massenstörung sind die wirklichen Massendefekte oder Massenüberschüsse wohl zu unterscheiden, deren tatsächliche Lagerung noch unbekannt bleibt. Im allgemeinen werden sie tiefer als im Meeresniveau zu vermuten sein und sind dann weit größer als die berechneten ideellen Massen der Störung.

Die Messungen, die in den Jahren 1897 und 1903 ausgeführt worden sind, ergeben, daß vom Bodensee aus nach dem südlichen Schwarzwald zu ein Massendefekt sich erstrekt. Bei Konstanz entspricht derselbe einer ideellen, im Meeresniveau kondensierten Schicht von 650 Meter mit einer Dichte von 2,4. Allmählich abnehmend keilt dieser Defekt in der Richtung von Basel längs des Wiesentals nach dem Feldberg zu aus; weiter westlich dieser Linie zeigen sich dann unter dem Rheintal und insbesondere unter dem Kaiserstuhl Massenüberschüsse. Weitere Messungen, die im Herbst 1905 vorgenommen werden, sollen insbesondere Aufschluß geben über die Erstreckung der Massenüberschüsse im Rheintal zwischen Basel und dem Kaiserstuhl.

An der Besprechung beteiligten sich die Herren: Haid, Joos, Lehmann und Treutlein.

632. Sitzung am 7. Juli 1905.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 46 Mitglieder.

Neu angemeldetes Mitglied: Herr K. Hoffacker, Direktor der Kunstgewerbeschule.

Im großen Hörsaal für Chemie der Technischen Hochschule hielt Herr Privatdozent Dr. Auerbach einen durch Vorführung von Lichtbildern unterstützten Vortrag über die „plastische Anatomie des Borghesischen Fechters“.

Die plastischen Kunstwerke der alten Griechen zeichnen sich durch eine ungemein große Naturtreue aus; bei vielen derselben finden wir eine derartige Exaktheit ihres anatomischen Baues, daß sich uns immer wieder die Frage aufdrängt, ob jene alten Meister nicht doch eingehende Studien an Leichen gemacht haben.

Unter allen bekannten Statuen des Altertums zeichnet sich diejenige des sogenannten Borghesischen Fechters, die sich jetzt im Louvre zu Paris befindet, durch eine geradezu verblüffende anatomische Genauigkeit aus. Bis in die feinsten Einzelheiten ist hier ein gut gebildeter männlicher Körper richtig dargestellt. Dies war denn auch der Anlaß, daß schon eine ganze Anzahl Anatomen die Statue auf dem Weg plastischer Rekonstruktion vom Skelett an durch Auftragen der betreffenden Muskulatur wieder nachgebildet haben und sich so von der absoluten Richtigkeit des Kunstwerkes überzeugen konnten. Derartige Untersuchungen wurden zuerst von dem französischen Anatomen Salvage im Jahr 1812 angestellt, und die Diapositiv-Aufnahmen, die der Vortragende demonstrierte, sind nach den Zeichnungen von Salvage verfertigt worden.

Der Vortragende gab nach einer kurzen historischen Einleitung zunächst eine Darstellung der verschiedenen heute bekannten Proportionssysteme des menschlichen Körpers und nahm an einer verkleinerten Nachbildung der Statue selbst Messungen vor. Hierauf folgte unter Benutzung einer größeren Zahl von Zeichnungen und Diapositiv-Aufnahmen, die den Fechter von allen Seiten und bis in die feinsten Details zerlegt darstellten, eine kurze plastisch anatomische Betrachtung des menschlichen Körpers.

An der sich hieran anschließenden Diskussion beteiligten sich außer dem Vortragenden die Herren Joos, Lehmann und Treutlein.

633. Sitzung am 27. Oktober 1905.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 48 Mitglieder.
Im physikalischen Hörsaal der Technischen Hochschule.

Der Vorsitzende widmete zunächst dem am 11. Oktober verstorbenen Ehrenmitglied Geh. Hofrat Prof. Dr. Meidinger einen warm empfundenen Nachruf, indem er dessen Verdienste um die Wissenschaft sowohl, als wie um den Naturwissenschaftlichen Verein, dessen Schriftführer er volle 33 Jahre gewesen ist, hervorhob. Das Leben und Wirken Meidingers soll an anderer Stelle eingehend gewürdigt werden (siehe Abhandlungen).

Herr Geh. Hofrat Dr. Lehmann hielt sodann den angekündigten Vortrag über Doppelbrechung und Drehung der Polarisationsebene bei flüssigen Krystallen.

Durch zahlreiche weithin sichtbare Experimente und anschauliche Modelle, insbesondere aber auch durch Erklärung der prachtvollen Farbenerscheinungen bei flüssigen Krystallen (s. Meyers Konversationslexikon, 6. Aufl., Band II, Seite 708, Tafel) — bekanntlich eine Entdeckung des hiesigen physikalischen Institutes — durch Beiziehung großer bemalter Tafeln und farbiger Projektionsbilder versuchte der Vortragende, soweit es die Kürze der Zeit gestattete, ausgehend von der elektromagnetischen Lichttheorie, das Wesen der Doppelbrechung im allgemeinen zu erklären, sodann aber insbesondere eine neue von ihm erfundene außerordentlich einfache Methode der Messung derselben, die sich auf alle schmelzbaren Krystalle anwenden läßt und dem analysierenden Chemiker, welcher damit jene charakteristische Eigenschaft ohne alle Umstände auch bei Spuren von Substanzen bestimmen kann, ein wertvolles Hilfsmittel zu werden verspricht.

Nicht minder einfach gestaltet sich damit die Messung der Doppelbrechung flüssiger Krystalle, was insofern aktuelles Interesse hat, als bekanntlich in der Sitzung der Deutschen Bunsengesellschaft am 3. Juni 1906, zu welcher auch der Naturwissenschaftliche Verein eingeladen war, einer der hervorragendsten Sachverständigen auf diesem Gebiet, Herr Professor Thammann in Göttingen, die Behauptung aufgestellt hatte, eine Doppelbrechung flüssiger Krystalle sei bis jetzt nicht nachgewiesen.

Durch die neue einfache Messungsmethode, sowie infolge davon, daß auf Anregung des Vortragenden nunmehr die chemische Fabrik E. Merck in Darmstadt die erforderlichen Präparate und

die Firma Voigt und Hochgesang in Göttingen die nötigen Instrumente liefert, ist in Zukunft jeder Sachverständige in den Stand gesetzt, ohne Umstände sich von der Unhaltbarkeit aller gegen die Existenz flüssiger Krystalle vorgebrachten Einwände selbst zu überzeugen.

An der sich an den Vortrag anknüpfenden Besprechung beteiligten sich außer dem Redner die Herren Engler und Wöhler.

634. Sitzung am 17. November 1905.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 64 Mitglieder.

Neu angemeldete Mitglieder die Herren: Bankbeamter Gau, Professor Dr. Paulcke, Vermessungsinspektor Stutz.

Der Vorsitzende widmete zunächst dem am 12. November gestorbenen Prof. Dr. K. B. Bauer einen Nachruf, teilte dann mit, daß der 18. Band der Verhandlungen nunmehr zur Verteilung an die Mitglieder gelangt sei und daß die Abteilung Karlsruhe der Deutschen Kolonialgesellschaft die Mitglieder des Vereins und ihre Angehörigen zu einem Vortrag eingeladen habe, den Herr Major a. D. Schlagintweit über das Thema: „Der Kongostaat und die deutschen Interessen" halten werde.

Herr Geheimerat Engler sprach sodann über die Radioaktivität der Mineralquellen des unteren Schwarzwaldes. Dieselbe kann auf zweierlei Ursachen zurückgeführt werden: auf den Gehalt von Radium selbst oder eines ihm verwandten Elementes wie Radiothor, Aktinium usw., oder auf den Gehalt einer von Radium ausgestrahlten Emanation, die in ähnlicher Weise wie ein Gas, z. B. Kohlensäure, in dem Wasser gelöst ist und dasselbe gleich dem Radium selbst aktiv macht. Die Aktivität eines Quellwassers ersterer Art ist beständig, die durch Emanation bedingte vergänglich; sie nimmt in je zirka vier Tagen immer um die Hälfte ab und verschwindet schließlich ganz. Nur ganz frisch aus den Quellen entnommene Wasser können deshalb ihre volle Radioaktivität zeigen. Nach Erläuterung des neuen Apparates, den Vortragender in Gemeinschaft mit Herrn Dr. Sieveking vom hiesigen physikalischen Institut zur Messung der Radioaktivität von Quellwassern konstruierte, wurden die Resultate der Versuche mit den Thermalwassern von Baden-Baden und der Renchtalbäder mitgeteilt.

In beiden Quellgebieten zeigt sich bei den einzelnen Quellen eine große Verschiedenheit der Radioaktivität. In Baden-Baden ist die Büttquelle weitaus die stärkste, nächstdem die auch schon von Himstedt als aktiv erkannte Murquelle, alsdann die Freibadquelle, die Friedrichsquellen usw.; als die schwächste erwies sich die Quelle des Kirchenstollens. Die Aktivität der Quellwasser beruht fast nur auf Gehalt an Emanation. Im Bereich des Quellgebietes des Kniebis (Renchtalbäder und Rippoldsau) zeigten einzelne Quellen von Griesbach, dann die von Antogast die größte Radioaktivität, doch höchstens in Stärke der Murquelle von Baden-Baden. Ueberraschende Resultate ergaben die Versuche in Karlsbad und in Gastein. Alle heißen Quellen des ersteren Ortes sind arm an Radioaktivität, am ärmsten der Sprudel, dessen Heilwirkung bekanntlich auch auf ganz anderen Ursachen, dem Gehalt an Glaubersalz und anderen Bestandteilen, beruht. Nur eine einzige, aber salzarme und kalte Quelle ergab eine nennenswerte Radioaktivität, die indessen ebenfalls geringer ist, als die der Büttquelle von Baden. Ganz hervorragend starke Aktivität besitzen dagegen einzelne Thermalquellen von Gastein, unter diesen die stärkste die Grabenbäckerquelle, welche auch noch die Badener Büttquelle übertrifft und überhaupt die radioaktivste sämtlicher bis jetzt untersuchten Heilquellen ist. Auch in Italien hat Vortragender neuerdings zahlreiche Thermen und andere Mineralwasser untersucht, woselbst die warme Quelle eines alten Römerbades auf der Insel Ischia bei Neapel die höchste Radioaktivität aufwies. Ebenfalls radioaktiv, doch weniger stark, zeigten sich die Thermalquellen von Pozzuoli, Bagnoli und Castellamare, sowie das Wasser der Fangoteiche von Battaglia bei Padua, stark radioaktiv die kalte Quelle von Fiuggi in den Apeninnen zwischen Rom und Neapel. Als merkwürdig erwies sich, daß die Wasser altrömischer Thermalbäder häufig besonders stark radioaktiv sind. In dem aus den Mineralwassern sich abscheidenden Schlamm reichert sich die Radioaktivität wie schon Elster und Geitel für die Ursprungsquelle und die Friedrichsquellen konstatiert hatten, zumeist stark an, doch ist dies keineswegs immer der Fall, da der Schlamm der am stärksten aktiven Büttquelle fast gar kein Radium enthält. Es gelang indessen, in dem Schlamm verschiedener Quellen von Baden die Anwesenheit des Radiums in Form von salzartigen Verbindungen mit Bestimmtheit nach-

zuweisen, sowie auch ein zweites radioaktives Element, auf welches schon die genannten Forscher hingewiesen hatten, aufzufinden und jetzt in ihm das Radiothor zu erkennen. Ein im hiesigen Laboratorium aus Quellenschlamm von Baden hergestelltes Radiumpräparat wurde vorgezeigt, welches nicht bloß den Platincyanbariumschirm zum Leuchten bringt, sondern sogar selbst deutlich leuchtet (wohl das erste Radiumpräparat dieser Art aus deutschem Material), sowie auch die Erzeugung scharfer photographischer Bilder ermöglicht. Nach den vom Vortragenden gemachten Wahrnehmungen scheint das Radium nicht aus besonders großen Tiefen hinaufgeführt zu sein, sondern mehr den weiter nach oben gelegenen Verwitterungsgesteinen durch die dasselbe durchfließenden Quellwasser entnommen zu werden.

An der Besprechung beteiligten sich außer dem Vortragenden noch die Herren Schleiermacher und Timann.

Im Anschluß an den Vortrag berichtete Herr Dr. Carl, daß nach den Untersuchungen von Tizzoni und Bongiovanni in Bologna das Wutgift durch Bestrahlung mit Radium völlig unschädlich gemacht werden könne; es soll sogar gelungen sein, mit Wutgift geimpfte Kaninchen auf diese Weise vor dem Ausbruch der Tollwut zu bewahren.

Hierauf berichtete noch kurz Herr Geh. Hofrat Dr. Haid über den derzeitigen Zustand der beiden vom Verein eingerichteten Erdbebenstationen in Durlach und Freiburg. In Durlach wurde nach mancherlei Versuchen die Schwierigkeit in der Beleuchtung, welche für die photographische Registrierung nötig ist, durch eine von dem unterirdischen Beobachtungsraum ins Freie führende Ventilation gehoben; es konnten die ersten vom 8. bis 11. November gewonnenen und in ihrer Feinheit befriedigenden Registrierungen vorgewiesen werden. In außerordentlich dankenswerter Weise hat das Vereinsmitglied, Herr Apotheker Stein in Durlach, die Aufsicht und Wartung der dortigen Station übernommen, welche nun in Bälde in regelmäßigen Betrieb kommt. In Freiburg wurde von Herrn Professor Leutz in der ersten Hälfte des September der Horizontalpendelapparat und die Stationsuhr aufgestellt, doch funktioniert dort die Beleuchtung, die erst am 11. November eingerichtet werden konnte, noch nicht ordnungsgemäß. Herr Professor Neuberger hat sich um die Aufstellung und die seitherige Wartung der Apparate in sehr verdienstvoller Weise angenommen.

635. Sitzung am 1. Dezember 1905.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 41 Mitglieder.

Neu angemeldete Mitglieder: die Herren Privatdozent Dr. Hennings, Augenarzt Dr. Katz, Regierungsbaumeister Langsdorff, Assistent an der Technischen Hochschule Dr. Philipp, Chemiker Dr. Skita.

Herr Professor Dr. May hielt am 1. Dezember einen Vortrag über „Schillers Verhältnis zur Natur und ihrer Wissenschaft“, aus dem wir folgendes hervorheben. Wenn Schiller auch nicht entfernt in so innigen Beziehungen zur Natur stand als Goethe, so hat sich doch auch sein Dichtergeist an der Flamme der Natur genährt, und seine ästhetischen Schriften legen Zeugnis dafür ab, daß er selbst sich über das Verhältnis des Dichters zur Natur klar zu werden suchte. Und auch der wissenschaftlichen Naturbetrachtung hat Schiller nicht ganz fern gestanden, denn die beiden Probeschriften, die er zum Zweck der Entlassung aus der Stuttgarter Militärakademie verfaßte, berühren das Grenzgebiet von Naturwissenschaft und Naturphilosophie. Die eine dieser Schriften behandelt die Philosophie der Physiologie und sucht zu zeigen, wie die Materie auf den Geist wirken könne, die andere erörtert den Zusammenhang der tierischen Natur des Menschen mit seiner geistigen. Hier tritt uns auch der darwinistische Gedanke der tierischen Herkunft des Menschengeschlechts entgegen, ebenso in der ersten Gedichtsammlung Schillers, in seiner akademischen Antrittsrede, dem Aufsatz über die erste Menschengesellschaft und dem Gedicht über die Künstler. Berührt sich so Schiller in manchen Ansichten mit dem Biologen Darwin, so nähert er sich in andern dem Physiker Fechner. Die Allbeseelung der Natur ist ein Grundgedanke der Schillerschen Jugendphilosophie. In dem Anthologiegedicht „Phantasie an Laura“ ist es der Geist der Liebe, der die Welt zusammenhält, und in den philosophischen Briefen betrachtet Schiller die Natur als ein göttliches Kunstwerk, als das Abbild der göttlichen Substanz, einen unendlich geteilten Gott. Er vergleicht das Naturgebäude mit einem prismatischen Glas, in dem sich die einheitliche Substanz des göttlichen Ichs in zahllose empfindende Substanzen bricht und sieht die Ursache dieser Spaltung der göttlichen Einheit in dem Bedürfnis Gottes, seine Seligkeit in andern widerzuspiegeln. Bei dieser Auffassung konnte Schiller

die naturwissenschaftliche Weltanschauung des Mechanismus ebensowenig befriedigen, wie die christliche Naturansicht mit ihrer scharfen Scheidung von Gott und Welt. Nur im griechischen Polytheismus fand er eine der seinen verwandte Auffassung. Daher seine Sehnsucht nach den schönen Fabelwesen des Griechentums, die in dem Gedicht über die Götter Griechenlands zu ergreifendem Ausdruck kommt. Nie ist wohl der Gegensatz zwischen dichterischer und wissenschaftlicher Naturbetrachtung schöner charakterisiert worden, als in diesem Gedicht. Aus der hauptsächlich auf dem Gefühl beruhenden Naturansicht des jugendlichen Schiller erklärt sich auch das harte Urteil, das er 1787 über die rein wissenschaftliche Naturbetrachtung des Goethischen Kreises fällte. Er sah in Goethe den materialistischen Geist der wissenschaftlichen Naturforschung verkörpert, und die Kluft zwischen beiden Dichtern schien unüberbrückbar, als Schiller in dem Aufsatz über Anmut und Würde eine scharfe Grenze zwischen dem Reich der Natur, wo die Notwendigkeit, und dem Reich des Geistes, wo die Freiheit herrscht, zu ziehen versuchte. Doch schon im folgenden Jahr sollte grade die Naturwissenschaft den Grund legen zu dem Freundschaftsbund beider Dichter und bald darauf ließ Schiller in dem Aufsatz über naive und sentimentalische Dichtung der großen Mutter Natur volle Gerechtigkeit widerfahren. Doch blieb er auch nach dem Freundschaftsbund mit Goethe dem materialistischen Geist der offiziellen Naturforschung feind, nur sah er in Goethe nicht mehr dessen Vertreter. Das harte Urteil, das er 1797 über Alexander von Humboldt fällte, und mehrere seiner Votivtafeln beweisen eine starke Antipathie gegen eine mathematische Behandlungsart der Natur und gegen den ganzen Geist der exakt-naturwissenschaftlichen Forschung überhaupt. Um so höher müssen wir die schönen Worte schätzen, mit denen Schiller im „Spaziergang“ dem Wirken des Gelehrten gerecht zu werden versucht, wie denn überhaupt von allen Naturgedichten Schillers kein anderes unserem modernen Empfinden näher steht als diese Elegie. In ihr lebt das gesunde Naturgefühl Goethischer Dichtung, und durch sie reiht sich auch Schiller ein unter die großen dichterischen Propheten der Natur.

636. Sitzung am 15. Dezember 1905.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 36 Mitglieder
Neu angemeldetes Mitglied: Herr Rechtsanwalt Händel.

Im zoologischen Hörsaal der Technischen Hochschule hielt Herr Hofrat Dr. Nüßlin einen Vortrag über „Das Leben und Wirken der Borkenkäfer".

Der Vortrag ist unter den Abhandlungen des vorliegenden Bandes zum Abdruck gebracht.

637. Sitzung am 12. Januar 1906.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend zahlreiche Gäste, darunter Mitglieder der Deutschen Kolonialgesellschaft, Abteilung Karlsruhe und des Badischen Landesausschusses des Deutschen Flottenvereins, die eingeladen waren

Neu angemeldete Mitglieder: Direktor des städt. Krankenhauses Professor Dr. von Beck und Ministerialrat Dr. Stoll.

Im großen Hörsaal für Chemie der Technischen Hochschule sprach der Forschungsreisende Herr Professor Dr. Haberer aus Griesbach über „Die Menschenrassen des japanischen Reiches." Wenn man die langgestreckten Inselgruppen des japanischen Reiches in seiner neuen Gestaltung seit 1895 von den nördlichen Kurilen bis zur Südspitze von Formosa — 30 Breitegrade — durchgeht, so findet man eine solche Verschiedenheit des Klimas, der Flora, der Fauna und der Lebensbedingungen, daß man sich nicht wundern darf, wenn auch der Mensch in mehreren rassenhaften Formen vorkommt. Freilich sind diese Rassen nicht strikte an die geographische Breite gebunden. So hat man die Aino nicht bloß auf den nordischen Kurilen, Yesso, Sachalin und im Amurgebiet gefunden, sondern ihre Spuren wurden in der Neuzeit von Baelz auf den südlichen Liukiuinseln nachgewiesen, und es ist kein Zweifel, daß diese Rasse einst das ganze heutige Japan bewohnt hat und von den Japanern sogar noch in historischer Zeit zum Teil nach hartem Kampf in ihre heutigen nordischen Wohnsitze verdrängt worden ist.

Die Aino, haarige Barbaren von den Japanern genannt, finden sich jetzt noch unvermischt auf einigen Kurilen, Sachalin und Yesso. Sie sind ein aussterbendes Volk und ihre Seelenzahl ist auf ungefähr 15 000 zusammengeschmolzen. Sie sehen merk-

würdigerweise der kaukasischen Rasse ähnlicher als den ostasiatischen Völkern und zeichnen sich durch einen außerordentlich üppigen Harwuchs aus, während ihre Nachbarn, die Japaner und Koreaner, zu den am wenigst behaarten Menschenstämmen gehören. Die heutigen Aino sind arbeitsscheu und überaus unreinlich und dem Trunk in hohem Maß ergeben. Ihr alkoholisches Getränk ist der Sake- oder Reiswein, den sie teils selbst brauen oder der ihnen von den Japanern geliefert wird. Ihre Hütten bestehen aus Binsen auf einem Gerüst von Pfählen und Stangen; das Innere dieser Hütten ist äußerst dürftig, ständiges Halbdunkel herrscht darin und der Fußboden ist die nackte Erde.

Die Nahrung der Aino besteht aus Fleisch der erlegten Hirsche und Bären und aus Fischen, ihre pflanzliche Nahrung ist Hirse, Gerste, Buchweizen und Reis; letzterer wird ihnen von den Japanern geliefert.

Ihre Religion ist ein niederes Heidentum, sie stehen häufig unter dem Einfluß von Zauberern. Eigentümlich sind die Bärenfeste, bei denen ein junger, von Ainofrauen mit vieler Liebe aufgezogener Bär mit Pfeilen erschossen und sein Fleisch verzehrt wird. Dem Kopf des Bären werden alsdann göttliche Ehren erwiesen, darauf wird der Kopf seiner Fleischteile entledigt und als Schädel in der Nähe der Hütte auf eine Stange gesteckt.

Die Frauen der Aino tragen eine eigentümliche Tätowierung um den Mund, die aus der Ferne wie ein Schnurrbart aussieht. Die Tage der Aino sind gezählt, Epidemien, geringe Kinderzahl und anderes führen sie einem raschen Untergang entgegen. Im Norden Japans findet man übrigens eine nicht geringe Blutmischung mit den Japanern.

Als zweite Menschengruppe des japanischen Reiches seien die Herren des Landes, die Japaner, angeführt. Die Japaner bilden keine reine Rasse, sondern sind ein Mischvolk aus malayischen und mongolischen Elementen. Sie sind von kleiner Gestalt; das Minimalmaß für Infanterie ist 150, für andere Waffengattungen 159 Zentimeter. Ganz besonders groß sind in Japan die berufsmäßigen Ringer, Individuen von 175 bis 190 Zentimeter und darüber.

Das gewöhnliche japanische Volk ist wohlgebaut und von außerordentlicher körperlicher Gewandtheit. Weniger gute körperliche Veranlagung zeigen die höheren Klassen, sie sind häufig

schwächlich und sind der Tuberkulose nicht selten verfallen. Baelz, der Verfasser der „körperlichen Eigenschaften der Japaner", unterscheidet zwei Typen unter dem japanischcn Volk, den vornehmen schlanken Typus, der häufig bei den besseren Klassen vorkommt und plumpen, untersetzten, der nicht selten beim Landvolk vertreten ist.

Interessant ist die Tätowierung, die stark schwitzende Berufsklassen ehemals allgemein an sich vornahmen. Jetzt ist sie verboten, und wird nur heimlich noch ausgeführt. Ein solcher Mann läßt sich ein ganzes Kleid auf den Leib tätowieren, so daß er wie mit einem Trikot bekleidet aussieht.

Zwei weitere Menschenrassen lassen sich auf der Insel Formosa nachweisen, die 1895 den Japanern als Kriegsbeute von den Chinesen zufiel. Dort leben etwa 3 Millionen Chinesen und etwa 150 000 Malayen; letztere haben sich in ständigem Kampf mit Chinesen und Japanern in die ungewöhnlich gebirgigen Wildnisse der Insel zurückgezogen.

Die Chinesen wanderten aus den Provinzen Fukien und Kwantung in Formosa ein und zerfallen wieder in zwei Gruppen, lie Hakka und die Hoklo. Die ersteren verkrüppeln ihren Frauen lie Füße nicht, während bei den Hoklo diese Unsitte allgemein ıerrscht. Obgleich die Fußverkrüppelung große anatomische Veränderungen im Fußskelett verursacht, gilt sie, wenn sie maßvoll vorgenommen wird, als ungefährlich.

Als die ersten Besiedler Formosas muß die noch jetzt in ıcht Gruppen vorkommende malayische Bevölkerung angesehen verden, welche die gebirgigsten Teile der Insel bewohnen. Sie ind durchweg Ackerbauer, aber ein Aberglaube macht das Bereten der von ihnen beherrschten Gebiete gefährlich, sie sind ıämlich mit wenigen Ausnahmen eifrige Kopfjäger. Jeder Jüngling muß, um in die Reihen der Männer aufgenommen zu weren, das Haupt eines Erschlagenen vorweisen können. Die Köpfe verden alsdann auf ein Gerüst gestellt und den Vorfahren gepfert. Blutige Kämpfe finden häufig zwischen Chinesen und apanern einerseits und diesen Kopfjägern statt. Bis jetzt ist s den Japanern noch nicht gelungen, ihrer Herr zu werden.

Ein kleiner primitiv lebender Stamm bewohnt die Insel Botel 'obago (südöstlich von Formosa). Diese Insel wurde ebenfalls 895 dem japanischen Reich einverleibt.

Bemerkenswert sind ihre Sommer- und Winterhäuser für die heiße und kühle Jahreszeit, äußerst armselige Hütten, entweder über oder unter der Erde. Wundervoll gearbeitet sind ihre doppelt ausgeschweiften Canoes, reich mit Schnitzerei versehen und aus mehreren Stücken kunstvoll zusammengesetzt.

So haben wir denn im japanischen Reich nicht weniger als vier große von einander scharf unterschiedene Menschengruppen, wovon zwei als reine Rassen angesprochen werden müssen. Für die ethnographische Forschung am interessantesten sind die Aino und die Formosamalayen, sie sind Stämme, welche dem baldigen Untergang geweiht sind.

Der Vortragende führte eine große Anzahl von ihm selbst aufgenommener prächtiger Photographien in Lichtbildern vor.

638. Sitzung am 26. Januar 1906.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend viele Gäste.

Neu angemeldetes Mitglied: Herr Dr. Winkelmann, Assistent für theoretische Mechanik an der Technischen Hochschule.

Herr Dr. M. M. Richter sprach über die Ursache und Verhütung von Staubexplosionen, insbesondere der Explosionen in der Aluminiumbronze-Industrie. Diese ebenso rätselhaften wie unheilvollen Explosionen, welche in dieser Industrie periodisch auftreten, sind bisher als Knallgas-Explosionen angesprochen worden, wobei man ferner annahm, daß die Zündung durch aus Stoß, Schlag oder Reibung resultierenden Funken erfolgt. Beide Ansichten sind rechnerisch, wie auch durch die Brandstatistik zu widerlegen. Die im Auftrag der Süddeutschen Edel- und Unedelmetall-Berufsgenossenschaft angestellte experimentelle Untersuchung hat vielmehr ergeben, daß hier Staubexplosionen vorliegen und die Zündung auf elektrostatische Ladungen zurückzuführen ist. Die Bürsten (Schweinsborsten) der Steig- und Poliermühlen und das Metall der Maschine erregen sich elektrisch, die Bürsten positiv und das Eisen negativ. Einen weiteren und zwar zwingenden Beweis liefert ferner die Brandstatistik, aus welcher hervorgeht, daß diese Explosionen vorzugsweise in das Frühjahr mit seinen kühlen und trockenen Ost- und Nordwinden (Jonen und Feuchtigkeits-Minimum) fallen. Der Zusammenhang aller auf elektrischer Zündung beruhenden Explosionen mit den

Minimum ist vom Vortragenden schon vor 12 Jahren in der Monographie „Die Benzinbrände in den chemischen Waschanstalten“ ausführlich erörtert worden.

Als Beweis für diese neue Theorie wurde an einem kleinen Modell einer Poliermühle die Elektrizität nachgewiesen. Auch wurden solche Explosionen mit geeigneten Apparaten künstlich demonstriert. Als Verhütungsmaßregeln werden in Vorschlag gebracht, die Bürsten in den Steigmühlen durch Drahtbürsten zu ersetzen und die Bürsten in den Poliermühlen mit Draht zu durchschießen, und, um sie leitfähig zu machen, mit Schwefelsäure zu imprägnieren.

Herr Fues, Vorsitzender der Süddeutschen Edel- und Unedelmetallberufsgenossenschaft, die zu dem Vortrag eingeladen worden war, sprach dem Redner den Dank dafür aus, daß er eine Arbeit durchgeführt habe, deren Ergebnisse für einen ganzen Industriezweig von großer Bedeutung sei.

An der Besprechung beteiligte sich außer dem Vortragenden Herr Prof. Stockmeier vom Gewerbemuseum in Nürnberg.

Herr Geh. Hofrat Haid legte zum Schluß einige Bogen mit Aufzeichnungen der Seismographen in Durlach und Freiburg vor; es ergibt sich aus ihnen, daß am Sonntag 21. Januar in der Zeit von 14—17^h Greenw. Zeit ein ziemlich heftiges Erdbeben mit einem Höhepunkt um 15^h stattgefunden hat. Die Registrierungen der beiden Apparate stimmen hinsichtlich der Form der Schwingungen der Pendel und der Zeit vollkommen mit einander überein.

639. Sitzung am 9. Februar 1906.

Vorsitzender: Herr Geh. Hofrat Dr. Lehmann. Anwesend 38 Mitglieder.

Neu angemeldete Mitglieder: die Herren: Oberregierungsrat Dr. Bittmann, General z. D. von Tempsky.

Herr Privatdozent Dr. Hennings trug über „Sinneswahrnehmungen bei Insekten“ vor. Bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts standen auch die Naturforscher auf jenem Standpunkt, der noch heute vielfach von Laien eingenommen wird und gewöhnlich als der anthropocentrische bezeichnet wird: in der Lehre von den Sinnen der Tiere suchte man seine Aufgabe darin, die beim Menschen beobachteten fünf Sinne Gesicht, Geruch, Gehör, Geschmack und Gefühl bei den Tieren wiederzufinden. Speziell

bei den Insekten aber dürfen wir wohl von vornherein erwarten, daß diese durch ihren Körperbau, ihre Entwicklung und vor allem durch ihre Flugfähigkeit sich so sehr vom Menschen unterscheidenden Gliedertiere auch wesentlich andere Sinneswahrnehmungen haben werden. Die Schwierigkeiten, auf diesem Gebiet zu sicheren Resultaten zu gelangen, sind allerdings groß und vielfach auch heute noch nicht überwunden.

Verhältnismäßig am besten sind wir orientiert über den Bau und die Aufgabe der Augen. Die Insekten besitzen zwei verschiedene Arten von Sehorganen: die auf der Stirn meist in der Dreizahl stehenden Stirn- oder Punktaugen, und die die Seiten des Kopfes einnehmenden, komplizierter gebauten Seiten- oder Facettenaugen. Die eine oder die andere Kategorie dieser Augen kann fehlen, in selteneren Fällen fehlen beide. Versuche haben gelehrt, daß die Stirnaugen nur dazu geeignet sind, das Licht des Himmels zu erspähen; ein Bild der umgebenden Gegenstände kommt nur in den Facettenaugen zustand, wenn auch das Sehvermögen kaum über 2 m hinausgeht. Das Sehen von ruhenden Gegenständen spielt ja natürlich im Leben der Insekten bei weitem nicht die Rolle, wie das Sehen von Bewegungen, und deshalb werden auch nur sehr gut sehende Insekten auch ruhende Gegenstände erkennen können. Daß in manchen Fällen auch Farben unterschieden werden, das beweisen z. B. die Mosquitos, die eine ausgesprochene Vorliebe für Blau besitzen. Andererseits reagieren Ameisen nur auf sog. „diffuses“, d. h. auf Sonnenlicht, nicht aber auf ein, für uns sehr wohl sichtbares „homogenes“, einfarbiges Licht (rot, blau gelb usw.); dafür besitzen sie jedoch Empfindung für die sog. ultravioletten Strahlen, die ja bekanntlich unserem Auge unsichtbar bleiben. Die Fähigkeit, hell und dunkel zu unterscheiden, diese einfachste Form des „Sehens“, ist übrigens nicht an das Vorkommen resp. die Tätigkeit der Augen gebunden: blinde oder geblendete Insekten sind oftmals gegen Helligkeitsunterschiede außerordentlich empfindlich. — Daß auch der Geruchssinn — der seinen Sitz in den Fühlern hat — nicht selten zu außerordentlicher Vollkommenheit entwickelt ist, geht einmal aus dem Verhalten der Aaskäfer und Fleischfliegen hervor, dann aber auch daraus, daß man bei vielen Insekten besondere Duftorgane gefunden hat; bei den Schmetterlingen z. B. erinnert dieser Duft an Moschus, Vanille und dergl.,

für uns weniger sympathisch ist der bekannte Geruch, den Schaben, Wanzen usw. verbreiten. Geruchssinn und Gesichtssinn stehen insofern in einem Abhängigkeitsverhältnis zu einander, als der eine um so besser entwickelt ist, je schwächer der andere ist. Diese Tatsache ist erst seit kurzem bekannt, und daraus erklärt es sich, daß die Frage, in welcher Weise die Insekten durch die Blumen angelockt werden, lange Zeit stark umstritten war. Die meisten Pflanzen bedürfen der Insekten zur Befruchtung und sind deshalb darauf angewiesen, diese anzulocken. Heute wissen wir, daß bei einer großen Zahl von Insekten, und zwar gerade bei den in ihren Lebensäußerungen höher stehenden, der Gesichtssinn die Hauptrolle bei der Orientierung spielt: auf sie wirken die bunten Farben der Blüten; andere, nicht minder zahlreiche, lassen sich durch den Geruchssinn leiten. Zu dieser letzteren Gruppe gehören z. B. die Dämmerungs- und Nacht-Insekten und es ist daher leicht einzusehen, warum Tagesblumen vorwiegend Kontrastfarben und lebhaft gefärbte Blüten, Nachtblumen dagegen meist einen lebhaften Duft, aber unscheinbar gefärbte Blüten besitzen.

Ob die Insekten hören, ist eine viel umstrittene und auch heute noch offene Frage: jedes Geräusch, jeder Ton, den Insekten anscheinend vernehmen können, schließt Erschütterungen der Luft und des Bodens ein, die vielleicht nur als solche empfunden werden; so sind wahrscheinlich die Heuschrecken, deren eigentümliches „Geigen“ ja bekannt ist, die einzigen, die wirklich Gehörswahrnehmungen haben.

Ein Geschmackssinn ist jedenfalls bei vielen Insekten gut entwickelt, denn es gibt eine Menge Arten, die „monophag“ sind, d. h. nur eine einzige Nährpflanze annehmen oder sich doch nur auf eine kleine Auswahl beschränken (Schmetterlingsraupen, Borkenkäfer u. a.). Auch die Bienen schmecken schon einen geringen Zusatz von Glycerin zum Honig sofort heraus. Solche hohe Ausbildung des Geschmackssinnes kommt aber keineswegs allen Insekten zu. Die Ameisen z. B. fressen ohne Zögern auch solchen Honig, dem scharf und bitter schmeckende Stoffe, wie Kochsalz, Soda u. a. beigemengt sind.

Die bei den höheren Tieren und speziell beim Menschen bekannten „Empfindungen“, wie Drucksinn, Tastsinn, Schmerzgefühl, Kraftsinn, usw., die zu den Tastempfindungen im weiteren

Sinn gerechnet werden, konnten bisher bei den Insekten noch nicht festgestellt werden; dagegen ist allem Anschein nach ein Temperatursinn bei diesen vorhanden, bei den Schmetterlingspuppen und den Ameisen hat er sich sicher nachweisen lassen.

Besondere Sinneswahrnehmungen sind mit der Entwicklung des Flugvermögens nötig geworden, so vor allem das Gleichgewichtsgefühl: für ein fliegendes Tier ist es ja von höchster Bedeutung, jeden Augenblick über die Lage des eigenen Körpers in der Luft orientiert zu sein, um danach seinen Flug einrichten zu können. Bei den Fliegen und Mücken hat man die Organe dieses Sinnes an den „Schwingkölbchen“ — welche die diesen Tieren fehlenden Hinterflügel ersetzen — kennen gelernt.

Ein sechster Sinn, Richtungs- oder Orientierungssinn genannt — wurde lange Zeit den Hautflüglern, speziell den Bienen, zugesprochen: er sollte diese Tiere aus einer Entfernung von mehreren Kilometern mit unfehlbarer Sicherheit zu dem Flugloch ihres Stockes zurückführen. Dies hat sich jedoch jetzt als ein Irrtum erwiesen: gerade die Bienen besitzen ein ausgezeichnetes Ortsgedächtnis, das durch die vorzügliche Ausbildung ihres Gesichtssinnes unterstützt wird.

An der Besprechung beteiligten sich außer dem Vortragenden die Herren Lehmann, Spuler und E. Wagner.

640. Sitzung am 23. Februar 1906.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 68 Mitglieder.

Der Vorsitzende widmete zunächst dem am 17. Februar nach langer schwerer Erkrankung heimgegangenen Professor Dr. Futterer einen warm empfundenen Nachruf, wobei er dessen Verdienste um die Wissenschaft und das geistige Leben des Vereins hervorhob.

Herr Professor Dr. Paulcke hielt sodann einen Vortrag über das Thema: „Welche Kräfte haben die Formen unserer Berge und Täler modelliert?“

Bei der Beantwortung dieser Frage handelte es sich um eine Schilderung der Tätigkeit der zerstörenden Kräfte, deren Wirkungen in ihrer Gesamtheit als Verwitterung und Erosion bezeichnet werden.

Je nach dem gegebenen Material des Untergrundes, je nach

der Art der Arbeitswerkzeuge und der Arbeitsmethoden werden die resultierenden Formenerscheinungen verschieden sein.

Nach kurzer Besprechung der chemischen und mechanischen Verwitterungsvorgänge und ihrer verschiedenartigen Wirkung auf die verschiedenen Gesteine (z. B. Kalk und Granit etc.), deren Endergebnis Lösung (Atzrelief) oder Zertrümmerung (Schuttbildung, Schotter) ist, kam der Vortragende auf die transportierenden Agentien: Wind, Schnee, Eis, Wasser, zu reden. Die Verwitterungs- und die Transportvorgänge arbeiten sich gleichsam gegenseitig in die Hände und mit der transportierenden Tätigkeit selbst ist jedenfalls auch stets eine mehr oder weniger starke Abarbeitung des Untergrundes (Erosion) verbunden.

Die Winderosion ist z. B. besonders bei der Bildung der sog. Balmen beteiligt, deren Anlage wieder durch Lagerungsverhältnisse und petrographische Beschaffenheit der Gesteinskomplexe bedingt ist. — Außerordentlich beträchtlich ist, besonders in den Regionen über der Waldgrenze die Transporttätigkeit durch den Schnee, durch die Lawinen.

Am bekanntesten ist die Rolle, die das Wasser beim Erosions- und Transportgeschäft spielt. — Seine lineare Wirkung, das sägeartige Einschneiden in die Tiefe, Bildung von Cañons und Schluchten, die nach und nach V-förmigen Querschnitt durch Verwitterung der Gehänge und Schutthaldenbildung annehmen; bekannt ist ferner die Rückwärtserosion des Wassers, und die Tendenz ein sog. Normalgefälle herzustellen: Einmündung der Zuflüsse aus Nebentälern im Niveau der Haupttäler.

Wesentlich anders ist die Wirkung von Firn und Gletscher. Im Verhältnis zu den der Eis- und Wassererosion ausgesetzten Gebieten stellen die Firngebiete Gegenden verhältnismäßiger Schonung des Untergrundes dar.

Das Gletschereis, auf dessen Bewegungsmechanismus nicht näher eingegangen wurde, wirkt im Gegensatz zum Wasser auf breiter Basis, und vermag vermöge seiner Strukturverhältnisse unter Umständen sich bergauf zu bewegen, Gegengefälle zu überwinden und zu verstärken. Es wirkt unter Mithilfe des Grundmoränenmaterials wie ein Riesenraspel, und daß diese Wirkung außerordentlich stark talbildend gewesen sein muß, erhellt aus der Geschwindigkeit und dem Druck, mit denen sich mächtige Gletscher vorwärtsbewegen.

Bei einer Eisdicke von ca. 2000 m. bewegen sich die grönländischen Gletscher 24—28 m pro Tag vorwärts und die Gletscher der Eiszeit haben in den Alpen (Inntal, Reux, Rhônetal) ähnliche Eismächtigkeiten besessen, so daß es einleuchtend ist, daß sie eine enorme erosive Kraft besessen haben müssen, besonders auch da, wo bei dem großen allgemeinen Gefällsbruch zwischen Alpen und Vorland die Reibung stark verstärkt war, wo daher jetzt die sogenannten alpinen Randseen (Oberbayern. Nordschweiz, Oberitalien) als Produkte der Ausschürfung vorhanden sind; Seen, wie wir sie nur in einstmals vergletschert gewesenen Gebieten antreffen. — Ebenso wie die alpinen Randseen sind die Fjorde Skandinaviens, Neuseelands, Patagoniens, wie unsere Alpentäler Talgebilde mit typischem glacialen U-Querschnitt, welche übertieft sind, d. h. bei denen die Erosion der mächtigen Gletscher in den Haupttälern rascher und stärker wirkte als die der Gletscher, welche aus den Nebentälern einmündeten. Das Ergebnis ist, daß die Nebentäler als sog. „Hängetäler“ hoch über der Sohle der Haupttäler einmünden, daß der Wasserlauf als Wasserfall über den Steilabsturz herunterbraust oder in tiefer junger Schlucht bereits an der Arbeit ist, das Gefäll des Nebentals mit dem des Haupttals in Einklang zu bringen. — MehrfacherRückzug und Vorstoß der Gletscher erzeugte in einander eingesenkte Tröge, mit jeweils korrespondierenden Schultern auf beiden Talseiten.

In der eigentlichen Hochregion spielt die Verwitterung, die Rückwitterung der Felswände für die Formgestaltung der Berge eine sehr bedeutende Rolle, zumal Firn und Gletscher den auf sie herunterfallenden Gesteinschutt weitertransportieren, und so die Felswände von einem gegen Wirkung der Atmosphärilien schützenden Schuttmantel frei halten. — Kleine Firnfelder, welche sich an sonnengeschützten Hängen ansammeln, geben Veranlassung zur sog. Kaarbildung d. h. zur Einsenkung lehnstuhlartiger Vertiefungen in die Gebirgskämme (Karwändel etc., Vogesenseen, Feldsee etc.) Rückwitterung schafft und erhält die Steilwände, Gletschereinlagerung transportiert das lockere Material und vertieft den Boden zu einer Felswanne (daher vielfach Kaarseen nach Verlassen durch Gletscher). Wie kleine Firneinlagerungen und Gletscher an der Kaarbildung im kleinen arbeiten, so wirken große Firnfelder und Gletscher in den Hochregionen

im großen Maßstab; sie vergrößern ihr Areal, indem sie durch den Vorgang der Rückwitterung die umgrenzenden Bergkämme gleichsam auffressen, zur Tellerrandform erniedrigen. — Firn und Eis erzeugen auf diese Weise ein wenig geneigtes „Abtragungsniveau der Schneegrenze“ wie E. Richter es nennt, dem wir die geschilderten geomorphologischen Erklärungen der Formengestaltung in den Hochregionen verdanken. Firn und Eis erweitern ihr Areal (z. B. Concordiaplatz am Aletschgl.) und schaffen endlich aus dem scharf akzentuierten Verwitterungsrelief, ein solches mit gerundeten Oberflächenformen.

Auf diese eigenartigen Vorgänge läßt sich die Konservierung und Umgestaltung der typischen Gipfelformen in den Hochgebirgen zurückführen.

Hohe massige Gebirgskörper, die reiche, langdauernde Firnbedeckung tragen, erhalten ihre Höhe unter dem schützenden Mantel relativ lange, während umliegende, niedrigere Gebiete schon früher der Eis- und Wassererosion zum Opfer fallen und rascher im Einzelnen wie im Ganzen erniedrigt werden. — Es werden also mächtige Gebirgsknoten mit der Zeit als Massen erscheinen, die ihre Umgebung weit überragen (Montblanc), bis auch sie von allen Seiten von der Rückwitterung abgenagt, bis auch sie immer schmächtiger werden. Massive Stöcke erhalten dann Vierkanter- und Dreikantergestalten je nach der Zahl der eingebetteten kaarartigen Gletscher. Eine Firnkappe kann sich auf ihrem Gipfel schließlich nicht mehr halten, es entstehen schlanke Pyramiden wie das Matterhorn, mächtige isoliert gestellte Ruinen, Reste des allgemeinen Zerstörungswerkes von grandioser Schönheit, die unser künstlerisches Empfinden fesseln, deren Eigenart in Form und Auftreten uns reizt, ihrer Entstehungsgeschichte nachzugehen, und zu versuchen, eine Erklärung für ihr Werden zu finden.

An der an den Vortrag sich anschließenden Besprechung beteiligten sich außer dem Redner die Herren Ammon, Engler, Haid und Rehbock.

Am 26. Februar führte als Erläuterung zu seinem Vortrag Herr Professor Dr. Paulcke im großen Hörsaal für Chemie eine Reihe von Lichtbildern vor.

641. Sitzung am 9. März 1906.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 64 Mitglieder.

Herr Professor Dr. Schultheiß hielt einen Vortrag über den Föhn, den warmen und trockenen Süd- oder Südostwind, den man gewöhnlich für eine Eigentümlichkeit der Alpen hält. Der Vortragende erläuterte zunächst an einigen Zahlenangaben, welch große Temperatursteigerungen und welch geringe Stände der relativen Feuchtigkeit der Föhn, besonders in der kälteren Jahreszeit, in der er am stärksten auftritt, verursachen kann, und schilderte dann seine Einwirkung auf das Klima und die Pflanzenwelt. Mitten im Winter kann er Thermometerstände bis zu 20 Grad und ein Herabgehen der Luftfeuchtigkeit bis auf einige wenige Prozente im Gefolge haben; infolge dessen erfreuen sich auch die Täler, in denen der Föhn häufiger auftritt, eines besonders milden Klimas und einer Vegetation, wie sie sonst der Höhenlage nicht zukommt. Den ersten Erklärungsversuch machte der schweizerische Geologe Escher von der Linth, der behauptete, daß der Föhn aus der Sahara stammen müsse; in früheren geologischen Zeiten, als diese Wüste noch mit Wasser bedeckt war, sei er feucht gewesen und hätte beim Ueberwehen der Alpenkämme jene gewaltigen Schneemassen absetzen können, die zur Entstehung der Eiszeit geführt hätten. Mit dem Austrocknen der Sahara hätte der Föhn seinen heutigen Charakter angenommen. Dove, der das unstichhaltige dieser Theorie nachwies, vertrat dagegen die Ansicht, der Föhn sei ein Teil des Antipassates, der sich bei etwa 30 Grad Nordbreite zur Erdoberfläche senke und von da polwärts als Südwestwind fließe. Auch diese Theorie konnte nicht befriedigen, da nach ihr der Föhn feucht sein müsste, was mit den Beobachtungen nicht übereinstimmt. Hann erst hat die richtige Erklärung gegeben. Überweht ein stärkerer Wind ein Gebirg, so wird auf der Luvseite ein aufsteigender, auf der Leeseite ein absteigender Luftstrom längs der Bergseiten geschaffen. Der erstere erzeugt, da sich die Luft dabei abkühlt, Niederschläge, der letztere beträchtliche Kompressionswärme (1 Grad Celsius für je 100 Meter Abwärtsbewegung). Beispielsweise kommt bei einem Höhenunterschiede von 1500 Meter die von den Bergkämmen herabgezogene Luft um 15 Grad Celsius wärmer in den Talsohlen an. Da die Luft unterwegs nur wenig

Wasser aufnehmen kann, so muß sie relativ trocken werden. Im Winter sind die Höhen verhältnismäßig warm, im Sommer verhältnismäßig kühl, es ist daher die relative Erwärmung in der kalten Jahreszeit stärker, als in der warmen (0,55 Grad gegen 0,30 Grad für je 100 Meter). Nach Billwiller tritt Föhn immer dann auf, wenn hoher Luftdruck jenseits, tiefer dagegen nordwestlich der Alpen liegt; dann wird aus allen in der Windrichtung gelegenen Tälern die Luft von den Bergkämmen herabgesaugt und die Stärke des Föhns ist von der Größe der Luftdruckunterschiede abhängig. Häufig weht der warme und trockene Wind über das Alpenvorland hinweg und macht sich noch am Bodensee und im südlichen Schwarzwald, wenn auch in seinen charakteristischen Eigenschaften abgeschwächt, geltend. Vielfach spielen dabei flache Teilwirbel, die längs der Alpenkette in deren Vorland hinziehen, eine Rolle; durch sie werden meist die lokal auftretenden Föhne in einzelnen Tälern erzeugt. Liegt hoher Druck nördlich, tiefer südlich der Alpen, so tritt hier der Nordwind föhnartig auf. Föhne bilden sich überhaupt überall, wo ein Wind ein Gebirg überweht und die in dessen Windschatten auftretende Abnahme der Niederschläge ist auf leichte Föhnwirkung zurückzuführen. So tritt kräftiger Föhn im Oberelsaß, besonders im Münstertal und an dessen Ausgang bei stärkeren Südwesten auf, da diese von den Vogesen herabkommen müssen; er gibt dann Veranlassung zur Bildung eines ziemlich ausgebreiteten Trockengebietes, in dessen Mitte Colmar liegt, und in dem so geringe Niederschläge gemessen werden, wie sie nur noch an wenigen Orten in Deutschland angetroffen werden. Der Vogesenföhn weht häufig über den Rhein bis ins Breisgau und das überaus milde Klima des Kaiserstuhls findet durch ihn eine einfache Erklärung.

Die bei Föhn auftretende große Durchsichtigkeit der Luft suchte der Vortragende dadurch zn erklären, daß er annahm, durch die abwärts gerichtete Bewegung der Luft würden die sie mehr oder minder undurchsichtig machenden Staubteilchen den Talsohlen zugeführt, wodurch die oberen Luftschichten staubfreier und durchsichtiger würden. Dann könnten sich auch bei Föhn keine Schlieren bilden, die bei ungleichmäßiger Erwärmung der Luft bei der Insolation in der Nähe des Bodens entstehen und auch zur Undurchsichtigkeit beitrügen, da die Luft gleichmäßig

von unten nach oben erwärmt werde. Bei Föhn nimmt die Elektrizitätszerstreuung besonders große Werte an. Czermak bringt dies mit der Tatsache in Zusammenhang, daß die höheren Luftschichten, die bei Föhn ja längs der Bergseiten zur Tiefe gezogen werden, durch die ultravioletten Strahlen des Lichtes stark jonisiert und ozonisiert würden. Vielleicht sind darauf die eigentümlichen physiologischen Wirkungen, die bei Föhn besonders bei nervösen Personen sich geltend machen (Abgespanntsein, Kopfweh usw.) zurückzuführen.

An der sich an den Vortrag anknüpfenden Besprechung beteiligten sich außer dem Redner die Herren Engler, Graßmann, Honsell und Lehmann.

Herr Geh. Hofrat Haid legte dann die seit Beginn dieses Jahres von den Erdbebenstationen in Durlach und Freiburg gelieferten Seismogramme vor, welche neben anderen die Registrierungen von mehreren großen Erdbeben enthalten. Insbesondere machte er auf die sehr bemerkenswerte in $2^1/_2$ Minuten vorübergehende Verlegung der Ruhelage des Ost-Westpendels aufmerksam, welche im Gefolge des großen am 31. Januar in Ecuador stattgefundenen Erdbebens sowohl auf der Station in Durlach als in Freiburg in merkwürdiger Übereinstimmung im Betrag von 0,016″ registriert wurde. Eine solche Verlegung, die an einem Modell demonstriert wurde, deutet entweder auf eine vorübergehende Lotschwankung oder auf eine, durch Auslösung von Spannungen in der Erdkruste veranlaßte Schwankung der physischen Erdoberfläche hin; das letztere ist jedoch das wahrscheinlichere.

642. Sitzung am 23. März 1906.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 50 Mitglieder.

Neu aufgenommene Mitglieder: die Herren Lehramtspraktikanten E. Emmerich und G. König, Ingenieur Mandelbaum.

Herr Direktor Treutlein sprach über „altjapanische Mathematik und Verwandtes“. Nach einer Darlegung der schwierigen Beschaffung von sicheren Nachrichten aus den älteren japanischen Zeiten und der Beziehungen Japans zu anderen Völkern besprach der Vortragende, unter Vorführung von Modellen und Zeichnungen, zunächst die Bildung, Benennung und Darstellung der Zahlen, darauf das handgreifliche und das schriftliche Rechnen

(auch die sog. Zauberquadrate und Zauberkreise samt Lösen von Gleichungen mit mehreren Unbekannten, auch von solchen des zweiten Grades); weiter wurden die geometrischen Leistungen der Altjapaner dargelegt, insbesondere ihre Bemühungen um die Berechnung der Zahl π usw., vielfach gewonnen durch Benützung von Reihen höherer Art. Das Gesamte des Vertrages erwies, welch hohe Kultur die Japaner schon vor Jahrhunderten erreicht hatten und wie sie befähigt waren, in den letzten Jahrzehnten europäisches Wissen und Können so leicht bei sich aufzunehmen.

643. Sitzung am 4. Mai 1906.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 26 Mitglieder.

Herr Privatdozent Dr. Auerbach sprach über Sporozoenkrankheiten bei Fischen. Erkrankungen, die durch Sporozoen hervorgerufen werden, stehen heute im Mittelpunkt des Interesses, wird doch selbst der Mensch nicht von jenen Parasiten verschont, und fallen alljährlich viele Tausende der Malaria (verursacht durch eine Haemosporidie) zum Opfer. Weniger bekannt dürfte es sein, daß auch die Fische sehr oft unter Sporozoeninfektionen zu leiden haben, ja daß Epidemien furchtbare Zerstörungen unter dem Fischbestand der Gewässer anrichten können. Haben wir es aber beim Menschen und den höheren Wirbeltieren meist mit im Blut schmarotzenden Sporozoen zu tun, die als Haemosporidien bezeichnet werden, so sind hingegen die Erreger der betr. Fischkrankheiten meist andere Formen, die mit dem Namen Myxosporidien belegt worden sind, und die teils in den Organhöhlen der Wirtstiere frei leben, teils sich in den Geweben ansiedeln. Besonders die Letzteren sind gefährlich. Nach allgemeinen Betrachtungen über die Protozoen und einer kurzen Charakterisierung der Myxosporidien und ihrer Fortpflanzungsweise, wendete sich der Vortragende zur Schilderung einiger besonders häufiger und mörderischer epidemischer Erkrankungen, die durch die betr. Parasiten hervorgerufen werden. Es sind dies: 1) die Beulenkrankheit der Barben, verursacht durch Myxobolus pfeifferi, 2) die Pockenkrankheit der Karpfen, deren Erreger Myxobolus cyprini ist, und endlich 3) die Drehkrankheit der Salmoniden verursacht durch Lentospora cerebralis. Der Vortragende schildert an Hand von Präparaten und Abbildungen das Wesen und die Ursachen der betr. Krankheiten und gibt die bis jetzt bekannten Heil- und Vorbeugungsmaßregeln

an. An der sich an den Vortrag anschließenden Besprechung beteiligte sich außer dem Redner Herr Hennings.

Herr Geheimerat Dr. Engler wies darauf die Photographie des größten Diamanten der Welt vor, der in Transvaal gefunden worden ist und 3022 Karat wiegt.

644. Sitzung am 18. Mai 1906.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend zahlreiche Gäste.

Im großen Hörsaal für Chemie der Technischen Hochschule sprach Herr Dr. Philipp über „Die Vesuveruption vom April 1906." Der Vortragende erinnert zunächst an die wesentlichen Grundlagen des Vulkanismus, an die Annahme eines unter hohem Druck befindlichen überhitzten Erdkernes, sowie an die tangentialen Druckkräfte, denen die bereits erstarrte und durch Sedimentation zum Teil neu gebildete Kruste unseres Planeten ausgesetzt ist. Man kann verschiedene Vulkantypen unterscheiden; als solche werden angeführt der Mt. Nuovo bei Neapel, der Mt. Pelato auf Lipari, der Stromboli und der Vesuv. Letzterer gehört zu den intermittierenden Vulkanen, d. h. zu solchen, deren eruptive Tätigkeit abgelöst wird von Zeiten fast absoluter Ruhe. So hatte man in frührömischer Zeit keine Ahnung, daß der Vesuv ein gefährlicher Berg sei, bis das Jahr 79 n. Chr., die gewaltige Eruption brachte, der Herculanum und Pompeji zum Opfer fielen. Von da an scheint der Vesuv nie mehr völlig zum Erlöschen gekommen zu sein und man kann durchschnittlich in jedem Jahrhundert eine oder mehrere stärkere Eruptionsphasen registrieren.

Die jetzige Ausbruchsphase kam nicht unerwartet, leichtere Eruptionen waren ihr seit dem Mai 1905 vorausgegangen. Der Hauptkrater befand sich in erhöhter Tätigkeit, während aus einer Spalte oberhalb des Atrio del Cavallo sich Lava ergoß und die Cookbahn zwischen Observatorium und Drahtseilbahn zerstörte.

Anfang März dieses Jahres brach dann eine neue Spalte auf der Südseite des Kraters auf, und aus dieser drangen die mächtigen Lavaströme hervor, die Bosco-tre-case teilweise zerstörten und Torre Annunziata so stark bedrohten. Dem Lavaausfluß folgte die mächtige Eruption von Lapilli und Asche, der die Orte im Osten des Berges zum Opfer fielen. Auffallend ist die Verteilung von Lapilli und Asche in der Art, daß erstere nur in dem östlichen Teil, letztere in dem westlichen Teil des Vesuv-

gebietes niederfielen, während der Süden überhaupt relativ verschont blieb. Die Gestalt des Kegels hat sich verändert, der Kegel ist niedriger geworden und statt des einen Kraters scheinen mehrere vorhanden zu sein.

Es ist nicht unwahrscheinlich, daß ein gewisser Zusammenhang zwischen dem Erdbeben von San Franzisko und dem Ausbruch des Vesuv besteht. Beide Punkte liegen am Rand des großen tertiären Faltungszuges, der sich über Europa, Afrika, Asien und Amerika erstreckt. Man kann annehmen, daß dieser Zug mächtiger Faltungsgebirge noch nicht endgültig vollendet ist und daß jene gewaltigen Naturereignisse der Ausdruck und die Folge jüngster gebirgsbildender Kräfte sind.

Das gesprochene Wort wurde durch eine Reihe zum Teil vom Vortragenden selbst aufgenommener Lichtbilder veranschaulicht.

645. Sitzung am 1. Juni 1906.

Mitglieder-Hauptversammlung.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. **Anwesend 46 Mitglieder.**

Nachdem für den durch eine Dienstreise verhinderten Schriftführer Herr Direktor Treutlein die Tätigkeit des Vereins im abgelaufenen Vereinsjahr geschildert hatte, gab der Kassier den Kassenbericht. Gegen beide Berichte wurde ein Einwand nicht erhoben, insbesonders wurde dem Kassier Entlastung erteilt. Der Vorsitzende nahm in Anschluß Gelegenheit, sowohl dem Schriftführer als dem Kassier für ihre Führung der Geschäfte den Dank des Vereins auszusprechen.

Herr Privatdozent Dr. H. Sieveking hielt sodann einen Vortrag über „Elektrizität und Materie". Der Vortragende bespricht die älteren Theorien der elektrischen Vorgänge, insonderheit die Fernwirkungstheorie von W. Weber und die Nähewirkungstheorie von Faraday; alsdann werden die Grundgesetze des elektrischen Stromes besprochen, und zwar besonders der Durchgang des Stromes durch Elektrolyte und Gase; die beiden letzteren Vorgänge, deren Gesetzmäßigkeiten viel besser der Beobachtung zugänglich sind, als der Durchgang des Stromes durch Metalle, und über die wir darum viel mehr wissen, lassen es als notwendig erscheinen, die Elektrizität in bestimmte Portionen einzuteilen, in „Elektrizitätsatome". Die von J. J. Thomson ausgeführte Messung der

kleinsten Elektrizitätsmenge, des Elementarquantums, ergibt für dasselbe den Wert 3,4 Zehntausendmilliontel absolute Einheiten. Zu demselben Wert gelangt man durch die Elektrolyse unter Heranziehung der kinetischen Gastheorie. Die Elektrizitätsmenge, die mit einem Jon bei der Elektrolyse verbunden ist, ist die gleiche, wie die eines gasförmigen Jons; dagegen beträgt die Masse des gasförmigen Elektrizitätsträgers, wenn man die Kaufmannschen und Simonschen Beobachtungen zugrund legt, nur $^1/_{1900}$ der Masse des Wasserstoffatoms. Die Idee, daß alle Körper aus solchen Elektrizitätsträgern, den „Elektronen,“ wie wir dieselben auch in den Kathodenstrahlen wieder erkennen, bestehen ebenso wie nach Prout alle Körper sich aus Wasserstoff als Ursubstanz zusammensetzen sollten, ist von Thomson ausgearbeitet in seiner Korpuskulartheorie. Die Kaufmannschen Versuche, nach denen das Verhältnis der transportierten Elektrizität zur Masse des Elektrons nicht konstant ist, sondern mit wachsender Geschwindigkeit abnimmt, führen Thomson zu dem Schluß, daß alle Masse überhaupt rein elektromagnetisch sei; solche Masse nennt man auch scheinbare Masse. Zum Vergleich dienen Bewegungen von Röhren in Wasser, bei welchem Vorgang die scheinbare Masse, die aus der bewegten Röhre und dem verdrängten Wasser sich zusammensetzt, auch abhängt von der Geschwindigkeit. In den Kathodenstrahlen besitzen wir freie, negative Elektronen; positive Elektronen finden wir an das Atom gebunden in den Kanalstrahlen, ferner in den vom Radium emittierten α-Strahlen, wogegen die β-Strahlen wiederum freie negative Elektronen sind. Das neutrale Atom kann unter dem Einfluß von Röntgenstrahlen oder ultraviolettem Licht oder andern Einflüssen, bei radioaktiven Substanzen freiwillig, negative Elektronen aussenden; es bleibt dann der mit dem positiven Elektron verbundene Rest, das „Atomion,“ zurück. Unsere Vorstellungen vom Wesen der Atome haben durch die beschriebenen Tatsachen, besonders durch die Erscheinungen der Radioaktivität, eine eingreifende Änderung erfahren. Nach Rowland ist ein Musikflügel im Vergleich mit einem Eisenatom der denkbar einfachste Gegenstand. Zum Schluß werden die Umwandlungen der radioaktiven Substanzen besprochen, sowie die bei der hypothetischen willkürlichen Umwandlung eines Grundstoffes in einen andern in Frage kommenden Energieverhältnisse.

Festschrift

zur

GOLDENEN HOCHZEIT

Ihrer Königlichen Hoheiten

des

Grossherzogs und der Grossherzogin.

Zur Geschichte des Grossh. Bad. Naturalienkabinetts in Karlsruhe

(1751—1878)

von

Dr. Walther May

a. o. Professor an der Technischen Hochschule zu Karlsruhe.

Auf Anregung von Herrn Hofrat Professor Dr. Nüßlin studierte ich vor mehreren Jahren die Akten des Karlsruher Naturalienkabinetts aus den vier ersten Perioden seines Bestehens. Die Ergebnisse dieses Studiums teile ich hier mit, in der Hoffnung, daß von anderer Seite auch die beiden letzten Perioden bearbeitet werden. Ich selbst war dazu aus Mangel an Zeit nicht mehr in der Lage.

I. Periode.

Die Sammlungen der Markgräfin Karoline Luise.

1751 bis 1784.

Das Naturalienkabinett in Karlsruhe entstand aus den Sammlungen der Markgräfin Karoline Luise (1751 bis 1783), der Gemahlin des Markgrafen Karl Friedrich (1746 bis 1811). Diese Fürstin verband mit andern künstlerischen und wissenschaftlichen Neigungen eine verständnisvolle Liebe zur Naturgeschichte, besonders zur Botanik und Mineralogie. Aus ihrem Nachlaß finden sich in den Akten des Naturalienkabinetts eine Anzahl Schriftstücke, aus denen hervorgeht, daß namentlich die Mineraliensammlung der Markgräfin nicht unbedeutend war und beständig durch eigens zu diesem Zweck auf Reisen gesandte Sammler vermehrt wurde. So liegt mir eine Anzahl von Briefen aus den Jahren 1773 bis 1780 vor, in denen ein Geometer C. F. Erhardt eingehende Berichte über seine mineralogische Sammeltätigkeit in Freiberg, Goslar, Clausthal, Dillenburg und Sultzburg erstattet. Ferner finden sich zahlreiche Verzeichnisse von Mineralien und Petrefakten, die aus den verschiedensten Gegenden an die Markgräfin eingeschickt wurden. Von besonderem Interesse ist ein Schriftstück aus dem Jahre 1751, das älteste Dokument der Akten des Naturalienkabinetts, das über einen Knochenfund bei

Efringen berichtet, der auf Befehl des Markgrafen Karl Friedrich der Sammlung seiner Gemahlin einverleibt werden sollte. Es lautet wie folgt:

„Alß etwa ohngefähr 8. Tag nach Jakoby 1750 durch einen starken Platz Regen ein zimliches Gewässer in hiessigen Gegenden entstunde, wodurch an vielen Orten der Erdreich biss auf die untersten Felssen weggespühlet worden, so ereignete sich dieses unter andern auch allhier in Efringen oberhalb der sogenannten außer Mühle an dem Fuß eines Berges, da dann Hannß Jakob Estlinbaum ein hiessiger Kiester von ohngefehr da er in dieser Gegend arbeitete an besagtem Ort etwass liegen sahe, dass seiner Meynung nach fast wie ein Pferd gestallt warr. Er verfügte sich hin um der Sache genau nachzuforschen, fande aber nichts Vollkommenes, weil vom Wasser das meiste ruiniret das übrige aber mit einem rothen Letten überzogen war. Da er aber aus Curiosität nachgegraben so entdeckte er ein Horn das in den Berg hineingieng ohngefehr 4. Schuh lang und eines starken Mannes Arm dick, hinter demselben etwass tiefer lagen große Zähne, wie sie in denen Zahnladen zu stehen pflegen, nahe dabey waren verschiedene Knochen, und das übrige ware durch die Gewalt des Wassers weggetrieben worden. Es fanden sich sogleich mehrere Personen dabey ein, die alles dieses mit ansahen alss der Stabhalter Friederich Grässlin, der außer Müller Joh. Georg Räuber, Jacob Diel und noch andere mehr. Das Horn selbst wurde in Stücke zerbrochen, verteilt und hin und wieder verkauft und verhandelt. Von Zähnen bekam man 5. wovon würklich noch 4. vorhanden, von denen aber nach und nach viel merkwürdiges abgefallen und zum Theil abgebrochen worden. Die noch wenigen übrigen Stücke des Horns waren anfänglich gantz, sind aber nach und nach auch zerfallen. Dass dieses obstehende von denen angeführten Personen pflichtmäßig erhohlt und angegeben worden. bezeugen hirmit: J. G. B. Dreuttel, Pfr., Bartlin Drublin, Vogt, Fritz Grässlin, Stabhalter. Efringen, d. 3. Febr. 1751."

Aus diesem Bericht geht hervor, daß nur noch ein kleiner Rest jenes Knochenfundes der markgräflichen Sammlung einverleibt werden konnte.

Auch zoologischen Gegenständen wendete die Markgräfin ihr Interesse zu. Das beweisen drei von Gmelin angelegte Kataloge ihrer zoologischen Sammlungen. Der erste enthält die

„Zoophyten“ auf 93 Folioseiten und verzeichnet Spongien, Polypen, Hydrocorallinen, Alcyoniden, Gorgoniden, Pennatuliden, Madreporen und Bryozoen. Der zweite, von 384 Folioseiten, bezieht sich auf die Conchylien und der dritte, von 225 Folioseiten, auf die Vögel. In diesen Verzeichnissen sind Diagnosen, Synonyme und Literaturverweise den einzelnen systematischen Kategorien hinzugefügt.

Aus dem Jahre 1781 liegt ein Verzeichnis von Naturalien vor, in dem auch einige Insekten aufgeführt werden: 1. ein Dermestes imperialis aus Amerika, 2. eine Grillenart, 3. zwei Cerambyces tristes, 4. ein schwarzbrauner Cerambyx aus Ungarn, 5. ein blaugrauer Käfer aus Ungarn, 6. ein schwarzroter Käfer aus Ungarn, 7. ein gelber Käfer mit schwarzen Punkten aus Ungarn.

Ferner ist unter den zoologischen Dokumenten ein aus dem Jahr 1782 stammendes Verzeichnis von 73, der Markgräfin aus Ansbach übersandten Vögeln erwähnenswert. Die folgenden Bemerkungen des Lieferanten über das Vorkommen einiger dieser Vögel sind vielleicht nicht ohne Interesse:

„14. Mittlere Gattung Schild-Specht, die aber hier zu Land sehr selten und rar zu bekommen. 26. die gelbe Grasmücke. Dieses Vögelein hält sich lediglich in Franken und zwar in der Gegend von Obernbrait auf und ist irrig die gelbe Grasmücke genannt, doch weiß ich nicht, wie solche eigentlich zu benennen und habe ich sie erst, wie ich gestehn muss, kennen lernen, ich würde solches unbedenklich die Catharina nennen, weil ihr fast unaufhörlicher Ruf ganz deutlich mit diesem Namen übereinkommt. Übrigens ist deren Gesang sehr lautklingend und nicht unangenehm und gehört zu dem Geschlecht der Mucken Vögel. 27. Ein fremdes Vögelein, das mir noch nie zu Gesicht und in Handen gekommen, auch von sämmtlichen Kennern und keinem der ältesten Vogelfanger erkannt wird, doch aber zu den Mucken oder Wurm Vögeln gehört. 49. Der Rieg. Merkwürdig ist, daß diese Art Vögel keine Feder unter dem Schnabel an der Kehle haben, sondern, wie zu erfinden, rauh sind, und fügen solche dem Getraid auch öfters Erdbirn großen Schaden zu. 69. Italienisches Rohr- oder Wasserhuhn. Dieser Vogel pfeift so laut wie ein Schäfer auf der Hand. 70. Das Sammthuhn oder eine andere Art Rohrhühnlein. Merkwürdig ist, daß diese beyderley Rohr-

hühnlein dieses Frühjahr auf einige Stunden von einander entfernet in dem Wald mit der Hand gefangen worden. Vermutlich haben solche bey ihrem Strich und der eingefallenen Kälte, Wärme und Schuz im Wald gesucht."

Als noch zu beschaffen werden u. a. folgende Vögel bezeichnet: „1. Kranich. Kommt fast alle Jahr im Strich, hält sich aber sehr selten auf. 3. Der große Brachvogel. Ist vor vielen Jahren keiner geschossen worden. 6. Der Schneeammer. Dieser wird nicht anders als bey sehr strengen und kalten Wintern zu erlangen seyn. 9. Das Citrönlein. Dieses ist selten zu haben, in dem Durlacher Hofgarten aber häufig anzutreffen. 10. Die Erdschwalbe. Diese ist in hiesigen beiden Fürstenthümern nicht zu finden, wohl aber habe ich sie in meiner Jugend öfters bey Durlach an dem Thurmberg, wo sie in der Erde nistet, ingleich auch nachher häufig in dem Hannöverischen an dem Linnen-Fluß gesehen. 11. Der ganz kleine Schild-Specht. Dieser ist sehr selten in hiesigen Landen, bey Carlsruh in der Haard aber häufig anzutreffen. 20. Der schwarze Storch. Ist dahier sehr selten, doch vor 6 Jahren bey Reinsburg, ohnweit schwäbisch Hall, geschossen worden."

Nach dem Tode der Markgräfin wurden ihre Sammlungen nach letztwilliger Verfügung Fideikommis des Erbprinzen und kamen aus dem Schloß in den untern Stock des früheren Hofapothekengebäudes neben der Schloßkirche, in dessen oberm Stock sich die Hofbibliothek befand. Hier blieben sie bis 1875, wo sie in das neue Sammlungsgebäude am Friedrichsplatz übersiedelten.

II. Periode.

Das Naturalienkabinett unter Gmelins Direktion.

1784 bis 1837.

Im Jahre 1784 übernahm Karl Christian Gmelin die Direktion der hinterlassenen Sammlungen und behielt sie bis zu seinem im Jahr 1837 erfolgten Tode.

Dieser erste „Direktor" des Naturalienkabinetts war am 18. März 1762 zu Badenweiler als Sohn des dortigen Pfarrers Isaak Gmelin geboren. Bis zu seinem 16. Jahre besuchte er die Lateinschule zu Müllheim und studierte dann in Straßburg und

Erlaugen Medizin. 1784 erwarb er den Doktortitel und die Lizenz als praktischer Arzt, fast gleichzeitig erfolgte seine Anstellung als Lehrer der Naturgeschichte am Gymnasium in Karlsruhe, welchen Posten er 50 Jahre lang bekleidete. Mit der Aufsicht über das Naturalienkabinett übernahm er 1786 auch die Leitung der botanischen Gärten in Karlsruhe, die unter ihm sich bedeutend entwickelten. Als Schriftsteller machte er sich besonders einen Namen durch seine „Flora Badensis Alsatica“, die von 1805 bis 1808 in drei Bänden erschien, denen 1826 noch ein Supplementband folgte. Sie behandelt die Phanerogamen Badens, an der Vollendung der Kryptogamen hinderte den Verfasser der Tod.

In dem von dem Historiker Vierordt geschriebenen Nekrolog heißt es über den Charakter Gmelins: „Er gehörte nicht zu jenen schmiegsamen Männern, die man, zumal in einer Residenz, fleißig hinhorchen sieht, mit welcherlei Redensarten vornehmer Beifall zu verdienen sei; er hielt sich im Gegenteil zu jeder Zeit sein Urteil frei und selbständig.“ Gleichsam eine Illustration zu dieser Charakteristik ist ein Schreiben Gmelins an das „Großherzogl. hochpreisl. Oberhof-Marschallamt“ vom 28. August 1823, in dem er die bei der Übernahme der Direktion im Naturalienkabinett vorgefundenen Zustände einer sehr scharfen Kritik unterzieht. Er schreibt:

„Als im Jahr 1784 und 1785 die hinterlassenen Naturprodukte an Mineralien, Conchylien, an wenigen größtenteils verdorbenen ausgestopften Vögeln, an sehr wenigen getrockneten Fischen, Krebsen, äußerst wenigen größtenteils ganz verdorbenen Schmetterlingen und anderen Insekten, ferner an Seeprodukten, als Madreporen, Korallen und Gorgonien, Spongien etc., von Sr. Hochfürstl. Durchlaucht dem Markgrafen Carl Friedrich und dem Erbprinzen Carl Ludwig, als dem damaligen Besitzer dieses Naturalienkabinets, meiner Aufsicht und Leitung gnädigst übergeben und anvertraut wurden, erbat ich mir die darüber entworfenen Verzeichnisse, die mir gänzlich abgingen. Es verflossen Jahr und Tage, als mir endlich der Geh. Rat und Minister von Edelsheim mündlich sagte, es sei trotz allem Nachsuchen kein solches Verzeichnis vorhanden.“

Weiter schildert Gmelin die zur Verbesserung dieser Zustände nötigen Arbeiten: „Es mußten die übereinander, meist ohne Namen und Angabe des Geburtsorts gehäuften Mineralien

mit aller Umsicht ausgebreitet, gereinigt, gesondert, mit den richtigen Namen und womöglich mit Angaben des Geburtsorts belegt und aufgestellt werden — desgleichen die reiche und ausgezeichnete Sammlung der Conchylien, die ebenfalls weder in Ordnung aufgestellt, noch nach ihren Gattungen, Arten und Abänderungen benannt waren — desgleichen die andern minder bedeutenden Sammlungen von Vögeln, Fischen, Insekten, welche wegen Mangel an gehöriger Verwahrung und Aufsicht größtenteils ein Raub der Motten, Milben und Speckkäfer vom Jahr 1783 bis 1784 und teils noch 1785 wurden."

Kaum hatte aber Gmelin die Neuordnung der Sammlungen einigermaßen beendet, als die befürchtete Invasion der Franzosen im Jahre 1793 dazu zwang, alles wieder einzupacken und nach Ansbach zu flüchten. 85 Kisten mit Naturalien wurden dorthin geschafft. Davon kehrten 14 Kisten im September 1797, die übrigen 71 im Juni 1798 nach Karlsruhe zurück.

Unter Gmelins Leitung fand manche Bereicherung der zoologischen Sammlungen des Kabinetts statt. Namentlich scheinen die Vögel und Conchylien nicht unbedeutende Ergänzungen erfahren zu haben. So wurden 1810 32 größtenteils ostindische und neuholländische, 1825 26 nordamerikanische und 1830 85 brasilianische Vögel angekauft. In den Jahren 1822 bis 1827 lieferte Forstrat Fischer in Karlsruhe eine größere Kollektion deutscher Vögel. und 1832 schenkte Forstmeister Kettner in Karlsruhe dem Naturalienkabinett 119 Kästen mit ausgestopften Vögeln. Als einer besonderen Seltenheit gedenkt Gmelin einer Gans, die 1802 unweit Edlenstein geschossen und von dem Major v. Seldenek dem Naturalienkabinett geschenkt wurde. „Es ist Anas albifrons", schreibt er, „das Vaterland ist vorzüglich Asien und Amerika, von wo aus sie zuzeiten in einige Seegegenden Europens kommt. Sie gehört bey uns unter die seltensten Erscheinungen und ist insoferne für das Hochfürstl. Naturalienkabinet ein schäzbares und neues Stück."

Aus den Jahren 1830 bis 1836 liegt eine größere Anzahl Verzeichnisse von Conchylien vor, die von dem Naturalienhändler Marguier in Paris bezogen wurden. 1831 wurden südfranzösische Conchylien, ferner Krebse und Fischskelette von dem Reisenden Wilhelm Schimper erworben, 1836 überließ das Polytechnikum dem Naturalienkabinett gegen Tausch 70 Spezies See-

conchylien, die größtenteils von Alexander Braun an den Küsten Frankreichs gesammelt worden waren. Den wertvollsten Zuwachs erhielt aber die Conchyliensammlung im Jahre 1837 durch ein Geschenk des Obristen Peitsch in Karlsruhe. Nicht weniger als 600 Arten Conchylien in 1243 Exemplaren, darunter 186 Arten, die das Kabinett überhaupt noch nicht besaß, wurden durch dieses Geschenk der Sammlung einverleibt. In dem Bericht Alexander Brauns, der seit 1832 „zweiter Aufseher“ des Naturalienkabinetts war, heißt es: „Besonders ausgezeichnet durch Zahl und Seltenheit der Art und Schönheit der Exemplare sind die Porzellanschnecken (Cypraea), die Kegelschnecken (Conus), die Walzenschnecken (Voluta), die Harpen (Harpa), die Spindelschnecken (Pupa) und die Wendeltreppen (Scalaria) der Peitschischen Sammlung. Zu den seltensten Stücken gehört auch noch die Kielschnecke (Carinaria). Nach Naturalienhändlerpreisen berechnet, möchte sich der Wert dieser Sammlung auf wenigstens 5- bis 6000 fl. belaufen.“

Die Einreihung dieser reichen Schätze gab Veranlassung zu einer gründlichen Revision und Neuaufstellung der ganzen Conchyliensammlung.

Außer den Conchylien schenkte Peitsch noch 22 Arten Korallen in 48 Exemplaren und sechs Wirbeltierschädel. Die Schädel- und Skelettsammlung war bereits 1834 durch ein Geschenk des Galeriedirektors Frommel, bestehend aus Skeletten und Schädeln kleinerer Säugetiere, Vögel und Amphibien, bereichert worden.

Von neuerworbenen Insekten aus dieser Zeit ist besonders eine mexikanische Sammlung erwähnenswert, die von Sommerschu, Hüttenverwalter in Wehr bei Schopfheim, im Jahr 1833 dem Naturalienkabinett verehrt wurde. Darunter befanden sich 356 Arten Käfer in 1117 Exemplaren. „Den reichsten Teil dieser schätzbaren Sammlung“, berichtet Gmelin, „bilden die Käfer, unter denen sich allein Scarabaeen im Linnaeischen Sinn 70 Arten finden, Cerambyces 47. Besonders bemerkenswert unter denselben ist ein Pärchen des schönen und großen Prionus senex, der durch seine, dem Hirschschröter ähnlichen großen, aber mit weicher sammtartiger Wolldecke überzogenen Kiefer sich auszeichnet, Scarabaeus lapatus, durch ein schaufelförmiges Horn auf dem Nacken ausgezeichnet, die mit unsern einheimischen

Goldkäfern verwandten schönen Arten aus den Geschlechtern Euchloea, Gymnetis, Macrodiscus etc. Nach den Käfern folgen die Schmetterlinge, unter denen besonders die Schwärmer durch ihre Zahl und Mannigfaltigkeit und etliche Spinner durch bunte Farben und zierliche Musterung sich auszeichnen. Unter den Hemipteren befinden sich 82 Wanzen, 43 Cikaden, unter ersteren zeichnet sich eine Wasserwanze aus, die ihre Eier auf dem Rücken trägt, unter letztern ein Thier aus der Gattung Lystra, das durch die aus dem Leib hervorwachsenden langen weißen Wollbüschel ein sonderbares Ansehen erhält. Von den Netzflüglern ist Chauliodes cornutus, ein mit der Florfliege verwandtes Thier, bemerkenswert."

Auch die palaeontologische Sammlung erhielt unter Gmelins Leitung manche Bereicherung. So wurde „am 25. Okt. 1802 unweit Daxland in der Mitte des ausgetrockneten Rheinbettes ein sehr wohlerhaltener Schädel von einem Nashorn (Rhinoceros africanus) (cornubus duobus) gefunden", der „sogleich ins fürstl. Naturalienkabinett gebracht wurde". 1807 schenkte Gatterer in Heidelberg einen Elephantenbackzahn, der im Jahr 1789 bei Schwetzingen durch eine Rheinüberschwemmung im Felde zum Vorschein kam. Die Karlsruher Zeitung vom 19. September 1810 enthält einen Bericht Gmelins über einen ungewöhnlich großen Knochen, der in der Gegend von Philippsburg im Rheinufer gefunden und dem Naturalienkabinett einverleibt wurde. „Es scheint mir außer Zweifel zu sein", schreibt der Verfasser, „daß dieser Knochen einem Elephanten von außerordentlicher Größe und sehr wahrscheinlich dem längst ausgestorbenen Riesenelephanten vom Ohio in Kanada angehöre". Endlich ist zu erwähnen, daß im Jahr 1833 eine Sammlung von Foraminiferen aus Kreide und Tertiär, enthaltend 221 Spezies in 2425 Exemplaren gegen Tausch vom Grafen Münster in Bayreuth erworben wurde. Derselbe Sammler lieferte mehrere kolorierte Gipsabgüsse von Seltenheiten seiner palaeontologischen Sammlung: Pterodactylus medius, Pt. münsteri, Pleurosaurus goldfussi und Placodus gigas.

Infolge der ständig fortschreitenden Vergrößerung der Sammlungen wurde in den letzten Jahren der Gmelinschen Leitung ein bedenklicher Platzmangel fühlbar. Ein Antrag, drei im Jahre 1834 dem Naturalienkabinett neu zugewiesene Zimmer so einzurichten, daß sie zur Unterbringung der Sammlungen mit ver-

wendet werden könnten, fand nicht die Genehmigung des Großherzogs. Dieser war vielmehr der Ansicht, daß dem Platzmangel durch zweckmäßigere Anordnung der Sammlungen und bessere Benutzung des vorhandenen Raumes abgeholfen werden müsse. Um dies zu ermöglichen, bestimmte ein Reskript des Geheimen Kabinetts vom 12. Dezember 1835, alle in dem Kabinett befindlichen Kuriositäten auszusondern und an die Hofbibliothek abzugeben, sämtliche Doubletten bis zu ihrer Vertauschung auf möglichst engem Raum zusammenzudrängen, alle Bücher, die nicht zu dem notwendigen täglichen Handgebrauch der Direktoren gehören, zur Hofbibliothek abzugeben und die Gegenstände ohne allen oder von sehr geringem Wert zu veräußern. Die drei neu hinzugekommenen Zimmer seien hauptsächlich zu Arbeitszimmern für die Direktoren des Kabinetts zu verwenden. Ferner enthält dieses Reskript Bestimmungen über den Aufenthalt und die Verwendung der Diener des Naturalienkabinetts und der Hofbibliothek sowie über die Zurechtweisung des Publikums für den Besuch der Sammlungen und der Direktoren durch Aufschriften an den verschiedenen Türen.

Infolge der Kränklichkeit Gmelins in seinen letzten Lebensjahren und der Zeit und Raum in Anspruch nehmenden Neuaufstellung der Conchyliensammlung zog sich die Ausführung dieser Bestimmungen, die auch mit baulichen Veränderungen verbunden war, längere Zeit hin, und erst am 27. Oktober 1837 berichtet Alexander Braun, der Nachfolger Gmelins, über die Abgabe der nicht naturhistorischen Gegenstände des Naturalienkabinetts an die Gemäldegalerie und die Hofbibliothek.

III. Periode.

Das Naturalienkabinett unter der Direktion Alexander Brauns.

1837 bis 1846.

Nach dem Tode Gmelins wurden neue Bestimmungen über die zukünftige Leitung des Naturalienkabinetts und seine Beziehungen zur Bibliothek festgesetzt, wie aus einem Schreiben des Großh. Geh. Kabinetts vom 29. September 1837 hervorgeht. Darnach wird die Oberaufsicht des Kabinetts dem Geh. Hofrat und Oberbibliothekar Molter übertragen. Dieser soll die Verant-

wortlichkeit für die Erhaltung der Sammlungen mit dem Direktor teilen und bei den Anschaffungen für das Naturalienkabinett vorzüglich in ökonomischer Hinsicht beratend mitwirken. Der Direktor soll seinen Anordnungen Folge leisten, im übrigen aber, namentlich in seiner wissenschaftlichen Tätigkeit, möglichste Selbständigkeit genießen und insbesondere auch über die Verwendung der für die laufenden kleineren Bedürfnisse der Anstalt in dem Budget besonders ausgesetzten Summe die alleinige Disposition behalten. Der Direktor tritt zu der Großh. Hofbibliothek in ein näheres Verhältnis als wirklicher Bibliothekar mit der Verpflichtung, an den allgemeinen Angelegenheiten der Bibliothek, insbesondere den Bücheranschaffungen beratenden Anteil zu nehmen, die seinen wissenschaftlichen Standpunkt unmittelbar berührenden Bücher speziell zu beaufsichtigen und seine ihm nach Erledigung seiner sonstigen Berufsarbeiten frei bleibende Zeit dem Besuche der Bibliothek zu widmen. Die Stelle eines Direktors und dritten Hofbibliothekars wird dem zweiten Aufseher des Naturalienkabinetts, dem Professor der Naturgeschichte am Polytechnikum, Alexander Braun, zugedacht, unter Auferlegung der Verpflichtung, außer den 8 bis 10 wöchentlich am Polytechnikum zu erteilenden Stunden die großherzoglichen Prinzen zwei Stunden in der Naturgeschichte zu unterrichten und unter der Bedingung, weitere Nebenämter oder Nebenbeschäftigungen als die genannten nicht anzunehmen.

Prof. Braun ging auf diese Bedingungen ein und erhielt am 24. Dezember 1837 seine Ernennung zum Direktor des Naturalienkabinetts.

Alexander Braun ist am 10. Mai 1805 zu Regensburg als Sohn eines Postbeamten, der später in badische Dienste trat und seinen Wohnsitz in Karlsruhe nahm, geboren. Er besuchte das Lyzeum in Karlsruhe, wo er sich die besondere Gunst Gmelins erwarb, der ihm eine große Zukunft prophezeite. Nachdem er schon als Schüler sich eifrig mit Sammeln von Pflanzen und Mineralien beschäftigt hatte, studierte er von 1824 bis 1832 in Heidelberg und München Medizin und Naturwissenschaften, machte dann eine Studienreise nach Paris, wo er Cuviers letzte Vorlesungen hörte, und erhielt nach seiner Rückkehr im Jahre 1833 eine Stelle als Lehrer der Botanik und Zoologie an der polytechnischen Schule und gleichzeitig eine Stelle als Assistent am

Naturalienkabinett. Nach 14jähriger Tätigkeit an diesen beiden Instituten, während welcher er die Flora Badens fleißig erforschte, folgte er einem Ruf als Professor der Botanik nach Freiburg, wo er seine bedeutendsten Arbeiten über die Morphologie und Physiologie der Süßwasseralgen ausführte, deren Resultate in der berühmten, durch ihren philosophischen Geist ausgezeichneten Abhandlung „Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur“ niedergelegt wurden. 1850 ging Braun nach Gießen, blieb hier aber nur ein Semester, da er als Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens nach Berlin berufen wurde, wo er nach 26jähriger reichgesegneter Tätigkeit am 29. März 1877 als Gelehrter von Weltruf starb.

Brauns Tätigkeit am Naturalienkabinett ist ausgezeichnet durch eine durchgreifende Reorganisation aller Teile der Sammlungen. Die erste Arbeit, der er sich unterzog, war die Musterung sämtlicher, seit der Gründung des Naturalienkabinetts darin angehäuften Papiere. Das, was von älteren Akten des Naturalienkabinetts noch vorhanden ist, hat Braun geordnet und mit Aufschriften und Bemerkungen versehen.

Dann ging er an eine sorgfältige Musterung der ausgestopften Tiere, insbesondere der Vögel. Dabei zeigte es sich, daß weit über die Hälfte dieser Objekte vom Ungeziefer dermaßen angesteckt war, daß ohne schleunige Anwendung durchgreifender Maßregeln die ganze Sammlung oder doch deren größter Teil einem baldigen Untergang entgegengehen würde. Als Ursache dieser großen Verderbnis, besonders der ornithologischen Sammlung, bezeichnet Braun hauptsächlich den Fehler, daß früher anstatt neuer und wohlpräparierter Bälge alte Sammlungen bei der ursprünglichen Zubereitung nicht vergifteter Vögel angekauft wurden, die zum Teil sogar aus dem Grunde von den Eigentümern abgegeben worden waren, weil ihr baldiger Untergang vorauszusehen war. Nicht weniger als 168 Vögel, 5 Säugetiere und 4 Amphibien mußten, als nicht mehr zu retten, gänzlich ausgeschlossen und weggeworfen werden. 380 Vögel und 63 Säugetiere wurden gereinigt, vergiftet, ausgebessert und teilweise mit neuen Postamenten versehen.

Bei Gelegenheit dieser Musterung wurde auch noch der Vorteil erreicht, daß der Raum des Naturalienkabinetts von den zahlreichen herumstehenden Kästchen, in denen ein großer Teil

der Vögel untergebracht war, befreit wurde, indem alle in Kästen befindlichen angesteckten und verdächtigen Vögel aus diesen herausgenommen und in die durch Umräumung der Zoophyten gewonnenen gemeinschaftlichen Glasschränke gestellt wurden.

Eine weitere Arbeit, die sich dem neuen Direktor bot, war die Ordnung der aus 1500 Bänden bestehenden Handbibliothek, die er im August und September 1837 der Hofbibliothek überlieferte. Den dadurch frei gewordenen Raum verwendete Braun teils zur Aufnahme einer Sammlung vegetabilischer Gegenstände, Hölzer, Früchte, Samen usw., sowie des Herbariums, das früher ohne Schrank auf dem Boden stand, teils zur Aufnahme der Akten des Naturalienkabinetts. Ferner wurden alle nicht naturhistorischen Gegenstände, die sich im Naturalienkabinett vorfanden, abgegeben, und zwar einige Kupferstiche an die Gemäldegalerie, die Antiquitäten und ethnographischen Gegenstände an die Hofbibliothek.

Diesen Arbeiten folgte die Neuaufstellung der zahlreichen fossilen Knochen, die sich im Laufe der Zeit im Naturalienkabinett angesammelt und durch neuere Funde bei Oos bedeutend vermehrt hatten. Die meisten dieser wertvollen Gegenstände hatten bis dahin noch keine vor Gefahr geschützte, wissenschaftliche Übersicht bietende und dem Auge gefällige Aufstellung finden können, sondern standen teils in den Fensternischen oder lagen auf unbedeckten Tischen umher, dem Staub und der Gefahr des Verstoßenwerdens ausgesetzt, teils waren sie in Kammern verborgen aufbewahrt. Braun ließ die Knochen in vier neuen oben mit Glas gedeckten und unten mit zwei Reihen Schubladen versehenen Kästen unterbringen. Die zerbrochenen Knochen wurden mit aller Sorgfalt gekittet und zusammengesetzt, so daß sich oft aus unansehnlichen Stücken die bedeutendsten Exemplare, wie z. B. der Kopf eines Mammuts zusammenfügten und dieser Teil der Sammlung, der früher zu den am meisten vernachläßigten gehörte, zu einem der ansehnlichsten und interessantesten wurde.

Ein großes Verdienst erwarb sich Braun ferner dadurch, daß er eine nach Formationen geordnete Sammlung von Gesteinen und Fossilien begründete, die bis dahin völlig gefehlt hatte.

Den Abschluß dieser Reorganisation bildete die 1841 vorgenommene Neuordnung der Korallen, Echinodermen, Krustaceen und Fische, die bisher teils an den Wänden angebracht, teils in den Schubladen der Seitenzimmer, dem Publikum unzu-

gänglich verborgen waren. Sie fanden in 14 neu angeschafften Glasschränken eine angemessene Aufstellung.

Was die Vermehrung der Sammlungen in dieser Periode betrifft, so ließ sich Braun zunächst die Vervollständigung der Konchyliensammlung angelegen sein. Sein Streben ging dahin, die Reihe der Genera möglichst komplett zu machen und die Ungleichmäßigkeit der Sammlung zu heben, die darin bestand, daß einzelne Genera außerordentlich reich vertreten waren, andere dagegen, besonders die der älteren Systematik unbekannten, fehlten. Durch Ankäufe und Geschenke wurde die Konchyliensammlung bereichert, und fünf neue Schränke legten Zeugnis von ihrer bedeutenden Ausdehnung ab.

Die reiche Sammlung von Land- und Süßwassermollusken Alexander Brauns wurde vom Naturalienkabinett käuflich erworben, und Brauns Bruder, der Ingenieur Max Braun, machte wiederholt wertvolle Geschenke an Land-, Süßwasser- und Seekonchylien aus Südfrankreich, Spanien, Sizilien, Algerien und den Tropen. Ferner schenkte Roßmäßler 120 Konchylien in 318 Exemplaren und Dr. Schuch in Regensburg eine Kollektion griechischer Konchylien.

Nicht weniger richtete Braun sein Augenmerk auf die Vergrößerung der Vogel- und Säugetiersammlung. 1839 schenkte Oberbibliothekar Molter 31 Vögel, und in demselben Jahr wurden größere Ankäufe von Säugetieren und Vögeln bei Steinmann in Basel und Bosch in Karlsruhe gemacht, darunter Ameisenfresser, Schuppentier, Gürteltier und viele exotische Vögel. 1840 lieferte der Reisende Wilhelm Schimper 20 Säugetiere und 144 Vögel aus Abessinien, und 1845 machte der Arzt Dr. Keller aus Freiburg, damals in Caravellas, Provinz Bahia, ein wertvolles Geschenk mit brasilianischen Tieren, 25 Säugetieren, 111 Vögeln und 8 Amphibien, von denen viele dem Naturalienkabinett neu waren. Unter den Säugetieren nennt Braun als besonders erwähnenswert Tapir, Jaguar, Tigerkatze, mehrere Faultiere und Flußschweine, unter den Vögeln die Papageien, Pfefferfresser, Bartvögel und Fregattvögel. Als sehr wertvoll bezeichnet er ferner die in dem von Dr. Keller mitgesandten Verzeichnis enthaltenen genauen Angaben der Farbe der Augen, Schnäbel und Füße der Vögel und die Notizen über deren Vorkommen und Lebensweise.

Am wenigsten Aufmerksamkeit scheint der Insektensammlung gewidmet worden zu sein. Hier findet sich nur ein größeres Geschenk des Oberwund- und Zahnarztes Loudet in Mannheim verzeichnet, der seine Sammlung europäischer Schmetterlinge, 930 Spezies in 1500 Exemplaren, im Jahre 1844 dem Naturalienkabinet verehrte.

Die palaeontologische Sammlung endlich erhielt reichen Zuwachs durch die meist bei Erdarbeiten gefundenen fossilen Knochen vom Nashorn, Mammut, Pferd, Hirsch usw. aus Leimersheim, Weinheim, Eggenstein, Oos und anderen Orten der näheren und weiteren Umgegend von Karlsruhe.

IV. Periode.

Das Naturalienkabinett unter der Leitung Moritz Seuberts.

1846 bis 1873.

Nach dem Fortgang Alexander Brauns übernahm sein Schüler, Professor Moritz August Seubert, die Leitung der Sammlungen des Naturalienkabinetts. Seubert ist am 2. Juni 1818 zu Karlsruhe als Sohn des Medizinalrats Dr. Karl August Seubert geboren. Er besuchte das Lyzeum seiner Vaterstadt und hörte schon als Gymnasiast Alexander Brauns Vorlesungen über Zoologie und Botanik. Als Student der Medizin in Heidelberg und Bonn trieb er eifrig naturwissenschaftliche Studien und beschäftigte sich nach Erlangung der Doktorwürde mit der Ordnung der reichen naturhistorischen Sammlungen in Berlin. 1843 ließ er sich als Privatdozent in Bonn nieder und erhielt drei Jahre später einen Ruf als Lehrer der Botanik und Zoologie an das Polytechnikum in Karlsruhe. Zugleich wurde er Vorstand des Naturalienkabinetts und des botanischen Gartens, welche Stellungen er bis zu seinem am 6. April 1878 erfolgten Tode bekleidete. Seine literarischen Arbeiten bewegen sich auf botanischem Gebiete. Er schrieb u. a. eine Exkursionsflora für das Großherzogtum Baden und war Mitarbeiter an der Flora Brasiliensis.

Aus dem mir vorliegenden Katalog, der von 1846 bis 1875 gemachten Anschaffungen geht hervor, daß Seubert sein Hauptaugenmerk auf die Bereicherung und Vervollständigung der Insektensammlung richtete. Gleich im ersten Jahre wurden 300 Or-

thopteren, Hemipteren, Neuropteren und Lepidopteren bei Geyer gekauft, die Lepidopteren zur Komplettierung der von Loudet geschenkten Sammlung. Unter den Anschaffungen des folgenden Jahres sind verzeichnet: 10 große brasilianische Bombyces und 25 unbestimmte brasilianische Insekten von Hufnagel in Pforzheim, 9 exotische Käfer von Eckert in Heidelberg und 90 europäische Schmetterlinge und exotische Käfer von Biedermann. 1848 wurden 60 Spezies Käfer von Dr. Roth in München gegen Doubletten eingetauscht, 40 Insekten von Eckert in Heidelberg gekauft und eine größere Anzahl Käfer aus Natal durch Vertauschung gegen Mexikaner erworben. Das Jahr 1849 brachte einen Zuwachs von etwa 60 exotischen Insekten, die Safferling in Heidelberg lieferte und 50 europäischen Schmetterlingen, die bei Geyer gekauft wurden. 1850 lieferte Mann in Wien 160 Mikro- und 42 Makrolepidopteren, Safferling 30 exotische Insekten und Biedermann 30 Schmetterlinge und 15 Käfer. Aus 1851 sind exotische Käfer von Safferling und 30 Schmetterlinge von Keitel in Berlin verzeichnet, aus 1852 Schmetterlinge aus Neuholland von Safferling. 1853 lieferte ebenfalls Safferling eine größere Anzahl Insekten, und 1854 wurden 180 Schmetterlinge und 200 Käfer aus Mexiko von Bergrat Sommerschu erworben. 1856 ging die Arnspergersche Insektensammlung, enthaltend 3500 Spezies Käfer und 700 Spezies Schmetterlinge durch Kauf in den Besitz des Naturalienkabinetts über. Die folgenden Jahre weisen weniger Insekten- als Vogelanschaffungen auf, erst 1863 begegnen wir wieder einer Kollektion heimischer und exotischer Insekten, die bei Biedermann gekauft wurden. In den Jahren 1865, 66, 68 und 73 wurden einheimische und exotische Schmetterlinge von Lehrer Klier in Darmstadt erworben, darunter eine Kollektion aus Panama. Lepidopteren aus Kuba lieferte 1867 Landauer in Frankfurt. Ende der 60er und anfangs der 70er Jahre wurden mehrfach Schmetterlinge bei Fehr und Heyne in Leipzig gekauft. Endlich schenkte A. Seubert in Poerworedjo auf Java 1875 dem Naturalienkabinett eine Kollektion javanischer Insekten, besonders Käfer.

Nächst den Insekten war es die Vogelsammlung, die sich unter Seubert besonderer Pflege erfreute. So finden sich zahlreiche Anschaffungen von Vögeln bei Bosch in Karlsruhe, Brandt in Frankfurt, Oberforstmeister v. Kettner in Karlsruhe, Sannrotti in Hamburg etc. 1857 wurde die ganze v. Kettnersche ornitho-

logische Sammlung angekauft. Auch Geschenke von Vögeln sind häufig verzeichnet. So schenkte Baron Müller in Stuttgart im Jahre 1850 eine Kollektion Vögel aus dem nordöstlichen Afrika, Riedel in Gorontalo 1866 15 Spezies Vögel, Kaufmann Casalotti in Batavia im Jahre 1867 125 ostindische Vogelbälge, Konsul Lämmert 1871 29 Bälge brasilianischer Vögel und Dr. W. Reiß 1873 99 Vogelbälge aus den peruanischen Kordilleren.

Auch die Eiersammlung wurde durch Ankäufe und Geschenke bereichert. 1853 lieferte Geyer gegen 100 Vogeleier in über 200 Exemplaren, und in demselben Jahre wurden Vogeleier von Steenberg in Helsingoer und Kaufmann Möschler in Herrnhut bezogen. Auch die folgenden Jahre weisen noch verschiedene Ankäufe dieser Art auf. Unter den Geschenken ist besonders erwähnenswert eine Sammlung von 150 europäischen Vogeleiern, die von der Witwe des Frhrn. v. Kettner dem Naturalienkabinett übergeben wurden.

Die Schädel- und Skelettsammlung erhielt einigen Zuwachs durch mehrere Schädel, die 1866 durch das Großh. Hofsekretariat geliefert wurden. Es waren 2 Elefanten-, 2 Tiger-, 2 Büffel-, 4 Affen- und 2 Krokodilschädel. Ebenso wurde 1875 eine Kollektion Schädel aus der Schülerschen Sammlung von der Hoffinanzkammer dem Naturalienkabinett unter Wahrung des großherzoglichen Eigentumsrechts übergeben. Darunter befanden sich Affen-, Tiger-, Leoparden-, Schweine-, Nashorn-, Büffel-, Krokodil- und Albatroßschädel.

Von Fischen ist nur eine größere Kollektion aus Triest und Surinam verzeichnet, die 1864 durch Dr. Kraus in Stuttgart bezogen wurde.

In demselben Jahre lieferte Landauer in Frankfurt 123 Seetiere, Conchylien etc. Auch 1866 und 1868 wurde die Konchyliensammlung durch Ankäufe bei Landauer bereichert, nachdem bereits im Jahre 1846 Seubert 30 ausländische Konchylienarten dem Kabinett geschenkt hatte. 1875 schenkte A. Seubert in Java eine Kollektion javanischer Schnecken und Muscheln.

Das bedeutendste Ereignis unter Seuberts Leitung war die Übersiedelung der Sammlungen des Naturalienkabinetts aus dem Hofapothekengebäude in das neue Sammlungsgebäude am Friedrichsplatz. Schon im Jahre 1860 hatte Großherzog Friedrich den Plan gefaßt, für die Naturalien- und Altertümersammlungen

und die Hofbibliothek ein gemeinschaftliches Gebäude auf dem nördlichen Teil des Erbprinzengartens zu errichten. 1862 genehmigten die Stände, daß die Baumittel aus dem Domänengrundstock geschöpft werden sollten, und im Frühjahr 1865 begann der Bau unter Leitung des Oberbaurats Berckmüller. Die Kriege von 1866 und 70 verzögerten aber den Fortschritt des Baues, so daß er erst 1872 vollendet wurde. 1873 siedelte die Bibliothek und 1875 die naturhistorische und ethnographische Sammlung in die neuen Räumlichkeiten über.

Die seismischen Stationen

DURLACH und FREIBURG

von

Dr. M. Haid

Professor an der Techn. Hochschule zu Karlsruhe.

I. Rückblick.

In der benachbarten Schweiz begann die systematische Erdbebenbeobachtung im Jahre 1878, als einige gleichstrebende Forscher bei der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft die Einsetzung einer besonderen Erdbebenkommission beantragten. Über die durch diese Kommission teils auf diplomatischem, teils auf privatem Weg eingezogenen Umfragen nach bestehenden, gleichgerichteten Einrichtungen in andern Ländern sagt der Bericht, daß nirgends in Europa ein organisierter Dienst für Erdbebenbeobachtungen bestehe, es seien lediglich einzelne, nach eigenem Plan arbeitende Forscher, denen man die bisherigen Resultate verdanke.

Bei den Verhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereins wurde erstmals in der Sitzung vom 6. Februar 1880, an welcher Seine Königl. Hoheit der Großherzog teilzunehmen geruht hatte, von den Professoren Sohncke und Knop über Erdbeben in Baden gesprochen, „deren Auftreten hier ein viel häufigeres ist, als man gemeinhin zu glauben geneigt ist“. Veranlassung hierzu gaben die binnen 7 Wochen stattgefundenen drei Erdbeben am 5. und 22. Dezember 1879 im südlichen Schwarzwald und am 24. Januar 1880, von denen das letztere über einen großen Teil von Baden ausgedehnt und besonders in der Umgebung von Karlsruhe stärker fühlbar war. Im Anschluß an diese Erörterungen nun wurde nach Vorgang der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft auf Vorschlag des damaligen Vorstandes, Geh. Rat Grashof, von dem Verein eine Erdbebenkommission zur Untersuchung der in Baden stattfindenden Erdbeben errichtet und als Mitglieder die Professoren Jordan, Knop, Sohncke und Rentner Gustav Wagner eingetzt.

Solange nicht Seismographen, welche die verschieden eintretenden Erscheinungen und Phasen eines Erdbebens zeitlich registrieren, zur Verfügung standen, mußte die Aufgabe der Kommission auf die Anwendung der statistischen Methode, auf die Konstatierung der Anzahl von beobachteten Fällen, auf ihre zeitliche Aufeinanderfolge und räumliche Ausdehnung sich beschränken und so einen ersten Schritt bilden zur Erkenntnis der sogenannten Seismiszität des untersuchten Gebiets. Die hierzu bei jedem Erdbeben notwendigen Erhebungen waren damals von der mit dem physikalischen Lehrstuhl Sohncke's verbundenen meteorologischen Zentralstation gesammelt worden. Schon bald jedoch hat der Personalbestand der Kommission eine Änderung erfahren, indem Prof. Jordan 1881 nach Hannover, Hofrat Sohncke Ostern 1883 nach Jena berufen wurden und Herr Wagner nach Achern verzog. Nach dem Scheiden Sohncke's und der damit erfolgenden Auflösung der meteorologischen Zentralstation hat dann das bei der Großh. Oberdirektion des Wasser- und Straßenbaues errichtete Zentralbureau für Meteorologie und Hydrographie die Sammlung der einkommenden Berichte übernommen. Dadurch erfuhr der Erdbebennachrichtendienst eine wesentliche Verbesserung. Wenn auch eine beträchtliche Anzahl von Personen in allen Landesteilen sich bereit finden ließ, als Korrespondenten der Erdbebenkommission im gegebenen Fall die ihnen zugänglichen Nachrichten unter Benützung eines Fragebogens zu sammeln und mit den etwaigen eigenen Wahrnehmungen an die Erdbebenkommission gelangen zu lassen, so erhielt der Nachrichtendienst doch ein festeres Gefüge durch Hinzuziehung der staatlichen Bezirksbehörden bezüglich deren Organe, die vermöge ihrer Fachbildung, ihrer Berufstätigkeit und Verbreitung über das ganze Land vorzugsweise geeignet und in der Lage sind, auf physikalische Erscheinungen zu achten und Wahrnehmungen darüber zu sammeln. Die Erdbebenkommission, die in ihren Bestrebungen auch von der kaiserl. Post- und Telegraphenbehörden bereitwilligst unterstützt wurde, bestand nunmehr aus den Herren Knop, Honsell, Haid und Postrat Christiani.

Da die bis dahin üblichen Fragebogen nicht allgemein verstanden wurden, und die Leute vielfach sich genierten, sie zu beantworten, so gab die Kommission geänderte Formulare in populärer Fassung aus. Auch ordnete sie in Ermangelung geeig-

neten Kartenmaterials die Herausgabe einer Übersichtskarte von Baden und Elsaß in $^1/_{450000}$ an, welche als Grundlage für die Darstellung der Schüttergebiete notwendig war. Obwohl bei den seitens des Publikums einlaufenden Mitteilungen mancher Scherz* unterlief, so läßt sich doch erkennen, daß den Erdbebenerscheinungen von der Bevölkerung allenthalben ein besonderes Interesse zugewandt wird, insbesondere wenn sie, wie es zeitweise der Fall ist, häufiger eintreten. In der Tätigkeit der Kommission trat aber anfangs der 90er Jahre eine Pause ein, während welcher jedoch das Zentralbureau für Meteorologie und Hydrographie die Erhebung und Sammlung der Erdbebenberichte mit dem gleichen Pflichtgefühl fortführte. Es machte allmählich die Anschauung sich geltend, daß ohne Zusammenschluß größerer Gebiete mit der statistischen Methode allein und ohne instrumentelle Beobachtung ein weiterer wesentlicher Fortschritt nicht gemacht werde. In dieser Beziehung versuchte der oberrheinische geologische Verein die Erdbebenforschung in den Vereinsländern (Baden, Bayern, Elsaß-Lothringen, Hessen-Darmstadt, Hohenzollern und Württemberg) auf Grund einer zusammenfassenden Organisation zum Gegenstand seiner Beratungen zu machen; doch war dieses Bestreben nicht von langem Bestand. In der Versammlung des oberrheinischen geologischen Vereins von 1892, der auch ein Vertreter der schweizerischen Erdbebenkommission anwohnte, wurde zwar eine Resolution gefaßt, die eine Vereinheitlichung der Fragebogen, Aufstellung zahlreicher, durch physikalische Institute geprüfter Seismometer über das gesamte Vereinsgebiet, ferner regelmäßige Publikationen und Herstellung von Detail- und Übersichtskarten beabsichtigte; doch hatte sie keine weitere Folge.

Die mit seinem Horizontalpendel ausgeführten, epochemachenden Arbeiten v. Rebeur-Paschwitz's, welche in ihren Anfängen hier vom Naturwissenschaftlichen Verein tatkräftigst unterstützt wurden, und die Begründung der benachbarten Straßburger seismischen Station brachten nach dem Tode des Geh. Hofrat Knop (1893) und nach der Berufung seines Nachfolgers des Prof. Brauns nach Gießen (1895) mit dem Eintritt von Prof. Futterer wieder regeres Leben in die Erdbebenkommission. Dieselbe kon-

* Unter anderem hat sich eine Erdbebenmitteilung vom 20. Februar 1890 aus Neckargemünd nach erfolgter eingehender Untersuchung als ein harmloser Wahlscherz ergeben.

stituierte sich von neuem unter Futterer's Vorsitz und setzte sich mit ihm zusammen aus den Professoren Honsell, Schultheiß, Haid und Leutz und Postrat Seltsam als Nachfolger des an das Reichspostamt versetzten Herrn Christiani. Die Berichte über die damaligen Sitzungen des Vereins geben Zeugnis von dem großen Eifer, den Futterer der Erdbebenforschung widmete. Gegen Ende der 90er Jahre sah leider das Zentralbureau für Meteorologie und Hydrographie sich genötigt, wegen Portoschwierigkeiten und auch aus anderen Gründen seine Mitarbeit aufzugeben. Herr Prof. Futterer übernahm dann selbst die Aussendung und Sammlung der von ihm verfaßten und erweiterten Fragebogen. Dagegen sollte die Erfüllung des wiederholt geäußerten Wunsches, in die Erdbebenbeobachtung durch Aufstellung von Seismometer und Seismographen größere Präzision zu bringen, in die Nähe rücken. Die Post- und Telegraphenbehörden hatten früher schon anfangs der 80er Jahre vielfach Seismochronographen aufgestellt nach Konstruktion von Prof. Lassaulx in Breslau. Zwei solcher Apparate waren im Jahre 1887 dem Zentralbureau für Meteorologie und Hydrographie überlassen worden; sie kamen jedoch wegen ihrer Unzweckmäßigkeit nicht zu weiterer Verwendung. Wollte man wirklich in der Forschung vorwärts kommen, so konnten dergleichen einfache Apparate nicht mehr in Betracht gezogen werden. Aus den beschränkten Vereinsmitteln aber war die Anschaffung größerer Apparate, die im letzten Dezennium in raschem Fortschreiten sich immer mehr vervollkommneten, und deren Aufstellung größere Mittel beansprucht, nicht zu ermöglichen; auf eine Unterstützung durch Staatsmittel war vorerst auch nicht zu rechnen. Es war daher außerordentlich dankbar zu begrüßen, als Herr Geh. Rat Battlehner in der Vereinssitzung am 10. Mai 1901 die erfreuliche Mitteilung machen konnte, daß von der verstorbenen Frau Landgerichtsrat Bohm dem Verein die Summe von 16 000 M. für Zwecke der Erdbebenforschung testamentarisch gestiftet worden sei. Kurz vorher hatte Prof. Futterer als Delegierter Badens für die im April in Straßburg tagende erste Seismologische Konferenz*, welche zum Zweck der Begründung einer internationalen Assoziation für Erdbebenforschung auf Einladung des Deutschen Reiches zusammengetreten war, einen Plan für die

* Bericht der ersten Seismologischen Konferenz. Zeitschrift für physik. Erdkunde, Dr. Gerland's Beiträge zur Geophysik, Ergänzungsband 1.

Errichtung eines Netzes von seismologischen Stationen in Baden aufgestellt. Dieses Netz sollte sieben Stationen erster Ordnung und elf Stationen zweiter Ordnung umfassen. Es waren dies Heidelberg, Durlach, Lahr, Freiburg, im Kaiserstuhl, Neustadt, Engen von der ersten und Wertheim, Sinsheim, Pforzheim, Baden, Triberg, Zell i. W., Donaueschingen, Thiengen, Badenweiler, Kehl, Karlsruhe von der zweiten Art. Die Auswahl wurde von Futterer nach geologischen Gesichtspunkten und gemäß den bisherigen Erfahrungen begründet; sie sollte selbstverständlich nur einen allgemeinen Plan vorstellen, an dessen Verwirklichung für die nächste Zukunft zwar nicht zu denken war, an dessen allmählichen Ausbau aber nach Maßgabe vorhandener Mittel heranzutreten sei. Das mehr als zwanzigjährige Bestehen einer Erdbebenkommission in Baden sowie seine wiederholte Betätigung auf dem Gebiet der Erdbebenforschung veranlaßten die Berufung Futterer's in das Kuratorium der kaiserl. Hauptstation in Straßburg, dem zur Förderung der seismischen Forschung das Betreiben der Errichtung von Erdbebenstationen in den einzelnen Bundesstaaten als eine seiner hauptsächlichsten Aufgaben oblag. Der Erdbebenkommission des Vereins war nunmehr die Pflicht erwachsen, mit den Mitteln, welche durch das hochherzige Bohm'sche Vermächtnis gegeben waren, Stationen in Baden einzurichten. Leider war es Futterer nicht mehr vergönnt, die Ausführung selbst in die Hand zu nehmen. Wegen leidender Gesundheit war er genötigt, aus seiner Stellung auszuscheiden. An seine Stelle als Vorsitzender der Erdbebenkommission ist seit Juli 1903 der Verfasser getreten. Diesen Rückblick beschließend, gibt die folgende Zusammenstellung eine Übersicht über die Publikationen der Erdbebenkommission von 1880 bis 1905.

Die Publikationen der Erdbebenkommission von 1880 bis 1905.

1. **Das rheinisch-schwäbische Erdbeben am 24. Januar 1880. Dargestellt von der Erdbebenkommission des Naturw. Vereins. 8. Band. 1881.**
2. **Das Erdbeben im Kaiserstuhl i. Br. am 21. Mai 1882, bearbeitet von Prof. Dr. A. Knop. 9. Band. 1883.**
3. **Mitteilungen der Erdbebenkommission des Naturwissenschaftl. Vereins. 10. Band. 1888. Enthaltend:**
   a **Das Erdbeben im badischen Oberland und Oberelsaß am 24. Jan. 1883, bearbeitet von Dr. J. H. Kloos, mit nachträglichen Bemerkungen von demselben.**

b. Das Erdbeben von Gebweiler im Elsaß am 14. April 1884, bearbeitet von Direktor Dr. Gerhard in Gebweiler.
c. Das Erdbeben im Kaiserstuhl i. Br. am 24. Juni 1884, bearbeitet von Prof. Dr. A. Knop.
d. Bericht über den jetzigen Bestand der Erdbebenkommission, über Organisationsänderungen und über die in den Jahren 1885 und 1886 beobachteten Erderschütterungen von Prof. Dr. A. Knop.
e Das Erdbeben am 21. April 1885 in der Feldberggruppe (Knop).
f. Das Erdbeben im Kaiserstuhl im Br. am 3. Jan. 1886 (Knop).
g. Das Erdbeben in der Gegend von Lahr am 7. Juni 1886, bearbeitet von Prof. Dr. H. Eck in Stuttgart.
h. Das Erdbeben in der Gegend zwischen Kappel i. B. und Sermersheim i. E. am 9. Oktober 1886, bearbeitet von Prof. Dr. H. Eck in Stuttgart.
i. Sporadische Erdbeben im Kinzigthal, in Staufen, in Breisach und in der Gegend von Markdorf.
k. Sporadisches Erdbeben zu Thiengen am 16. Nov. 1886 (Knop).
l. Sporadisches Erdbeben zu Stockach am 28. Nov. 1886 (Knop).
m. Erdbeben von Wies-Todtnau am 6. Januar 1887 (Knop).
n. Erdbeben im Güntersthal (Amt Freiburg) am 23. Febr. 1887 (Knop).
o. Erdbeben von Blumberg (Amt Donaueschingen) am 23. Februar 1887 (Knop).

4. Das Erdbeben am 13. Januar 1895 im südlichen Schwarzwald und den benachbarten Gebieten des Elsaß und der Schweiz, bearbeitet von Dr. R. Langenbeck. 11. Band. 1896.
5. Das Erdbeben am 22. Januar 1896 in Baden, bearbeitet von Prof. Dr. K. Futterer. 13. Band. 1900.
6. Das Erdbeben in der Umgebung von Lahr am 19. Januar 1897, bearbeitet von Prof. Dr. K. Futterer. 13. Band. 1900.
7. Das Erdbeben in der Gegend von Freiburg am 17. November 1891, bearbeitet von Dr. E. Böse. 13. Band. 1900.
8. Bericht über die in Baden vom Herbst 1897 bis Oktober 1898 beobachteten Erdbeben von Dr. v. Kraatz-Koschlau. 13. Band. 1900.
   a. Das Erdbeben vom 13. Januar 1898 am Feldbergmassiv.
   b. Das Erdbeben vom 6. Mai 1898 in der Schweiz.
   c. Das Erdbeben vom 6. Oktober 1898 in Oberschwaben und Hohenzollern.
9. Das Erdbeben im Kaiserstuhl i. Br. am 14. Februar 1899 und Das Erdbeben in der Umgegend von St. Blasien am 3. Juli 1899, bearbeitet von Dr. F. Wiegers. 13. Band. 1900.
10. Bericht über die Erdbeben am 24. März 1901 und am 22. Mai 1901 im badischen Oberlande und der nördlichen Schweiz, bearbeitet von M. Reichmann. 16. Band. 1903.
11. Die süddeutschen Erdbeben im Frühjahr 1903, am 22., 26., 27. und 29. März, am 14., 20. und 24. April, sowie 22. Juli in der Umgebung von Kandel in der Rheinpfalz, bearbeitet von Prof. H. Leutz. 18. Band. 1905.

2. Die Stationen.

Da von dem astrophysikalischen Institut der Sternwarte in Heidelberg Erdbebenerscheinungen an einem astatischen Pendel bereits beobachtet werden und ein ebensolches Wiechert'sches Pendel auch auf der Hauptstation in Straßburg sich befindet und da die Aufstellung gleicher Instrumente dazwischen in verhältnismäßig kleiner Entfernung von einander wohl nur die gleichen Erscheinungen zeigen würden, so hat die Erdbebenkommission dem Vorschlag zugestimmt, die von v. Rebeur-Paschwitz ursprünglich verfolgte Absicht des Studiums der bradyseismischen Bewegungen, welche in langsamen Niveauverschiebungen bestehen, herrührend von der Anziehung der Sonne und des Mondes oder von den Vorgängen bei der Gebirgsbildung etc., wieder aufzunehmen und zwei Stationen hiefür mit leichten Horizontalpendeln Hecker'scher Konstruktion einzurichten. Die Aufzeichnung der sonst noch eintretenden Erdbebenerscheinungen erfolgt durch diese Instrumente ebenfalls. Da die Beobachtungen von Rebeur-Paschwitz wegen der ungünstigen, insbesondere durch die Temperatur beeinflußten Aufstellung seines Apparates zu keinem endgültigen Resultat führten, so wurde beschlossen, die Stationen in einem im Felsgerüste der Erdkruste abgeschlossenen, den Schwankungen der Temperatur möglichst wenig unterliegenden Raum einzurichten. In dem Wunsch der Kommission lag es ferner, die eine Station in der Nähe von Karlsruhe zu haben. Es wurde daher bestimmt, eine Station im Turmberg bei Durlach und die andere im Schloßberg bei Freiburg i. B. anzulegen. An beiden Orten waren entsprechende Räume bereits vorhanden, die allerdings für die Aufstellung der Instrumente noch adaptiert werden mußten; auch durfte erwartet werden, daß an beiden Orten für die Aufsicht und Wartung der Station geeignete Beobachter sich leicht werden finden lassen.

Für die Station in Durlach (Taf. 1) ist ein am Südwestabhang des Turmbergs gelegener, aus dem Mittelalter stammender Stollen benützt worden, welcher im Jahre 1899 von dem Vorstand des Altertumsvereins, Herrn Geh. Rat Wagner, wieder geöffnet und durchforscht worden war. Der untere vom Dürrbach ausgehende Teil des Stollens, der in sehr zerfallenem Zustand war, konnte zur Anlage der Entwässerung der Station nach dem Dürr-

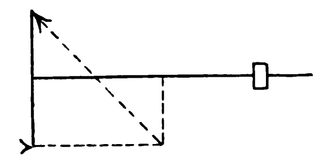
bach noch benützt werden. Zum Stollen selbst wurde ein besonderer Zugang mit Treppe erstellt unter Berücksichtigung der, durch die projektierten städtischen Straßenführungen künftigen Gestaltung des Geländes. Bei den weiteren Räumungsarbeiten zeigte es sich, daß der Stollen seine Richtung änderte und aus dem Turmberg wieder ausbog. Von dem Wendepunkt ab ist daher ein neuer Gang noch auf 7 m weiter in den Berg getrieben, und daran anschließend die von Südwest nach Nordost orientierte Kammer für die Aufnahme der Apparate aus dem Felsen ausgesprengt worden. Der Stollen und die Kammer liegen ganz im Buntsandstein, der vielfach von dünnen Lettenschichten durchzogen und stellenweise zerklüftet ist. Die Kammer ist 4 m lang, im Mittel 2,2 m breit und 1,8 m hoch und liegt 11,5 m unter der Oberfläche. An der nordöstlichen Schmalseite in einer 1.3 m tiefen und 1,4 m hohen Nische befindet sich der Horizontalpendelapparat auf einer ausgeebneten Felsbank aufgestellt. Ihm gegenüber auf einem 0,3 m hohen gemauerten Pfeiler von 1,9 m Länge und 0.6 m Breite steht der Registrierapparat und die Lampe. An der westlichen Wand hängt die Stationsuhr, neben ihr befindet sich Telephon und elektrischer Taster, ihr gegenüber stehen die beiden elektrischen Batterien. Zum Schutz gegen Tropfwasser ist längs der Decke in der Kammer und Nische ein Dach aus Zinkblech angebracht. Der Zugang ist an der Treppe oben und unten durch Türen abgeschlossen, vor der Kammer befindet sich nochmals ein Abschluß. Für die zur photographischen Registrierung nötige Lichtquelle mußte eine Verbindung mit der freien Luft hergestellt werden. Zu diesem Zweck wurde eine Rohrleitung vom Lampenzylinder längs des Zugangs angelegt, und in dieselbe vor der untern Treppentüre eine saugende Petroleumlampe eingesetzt. Von der Abzweigung vom alten Stollen ab ist dieser, soweit er noch in gutem Zustand war, ausgeräumt und an seinem Ende durch eine Mauer abgeschlossen worden, so daß er eventuell zur Aufstellung weiterer Instrumente benützt werden kann. Die Erstellung der Station am Fuß des Turmbergs war durch das sehr dankenswerte Entgegenkommen der Stadt Durlach erleichtert worden, indem die Stadtgemeinde das betreffende Grundstück auf und unter der Oberfläche dem Verein unentgeltlich zur freien Verfügung stellte, als auch die Station bezüglich ihres äußern Schutzes in Obhut nimmt. Die Bau-

kosten der Station belaufen sich inkl. der Vorarbeiten auf 5559.27 M.

In Freiburg bot der der Stadt gehörige nicht benützte Schloßbergkeller in seiner innersten, nordöstlich gelegenen Abteilung einen für die Aufnahme des Seismographen sehr geeigneten Raum, der nur eine geringe bauliche Adaptierung erforderte. Der ganz in Gneis gehauene gewölbartige Raum des Felsenkellers hat eine Fläche von 7 auf 8 m, ist im Scheitel 4 m hoch und mußte nur gegen die angrenzende Abteilung und gegen den Zugang durch Mauerwerk abgeschlossen werden. Tafel 2 zeigt in Grundriß und Durchschnitt die Anlage der Station. Der nahezu horizontale Zugang geht 47 m tief in den Berg und befindet sich der Boden des Beobachtungsraumes 23 m unter der Oberfläche. Für die Aufstellung des Pendelapparates wurde ein 1 qm großer, 0,60 m hoher, von Südwest nach Nordost orientierter Pfeiler aus Beton auf dem Gneis errichtet. Der aus Steinplatten bestehende Bodenbelag steht mit ihm nicht in unmittelbarer Berührung. Der Registrierapparat steht südwestlich gegenüber auf einem 1,5 m langen, 1,0 m breiten und 0,5 m hohen Steinpfeiler. Die Stationsuhr hängt an einem mit der neuen westlichen Abschlußwand verbundenen 0,8 m breiten Uhrenpfeiler, rechts davon befindet sich Telephon und Taster. Ein von der Decke an Ketten herabhängendes Blechdach schützt den Pendel- und Registrierapparat gegen herabtropfendes Wasser. Für die allgemeine Beleuchtung des Zugangs und des Beobachtungsraums sowie für die zur photographischen Registrierung notwendigen Lichtquelle konnte leicht an das Kabel des städtischen Elektrizitätswerkes angeschlossen werden, da von seiten der Stadtverwaltung die Verlegung des Kabels in der Schloßbergstraße aus Anlaß der Erstellung der Station erfolgt war. Der Errichtung der Station wurde seitens des Stadtrates auch insofern bereitwilligste Unterstützung geliehen, als der betreffende Raum des Schloßbergkellers vorerst auf fünf Jahre unentgeltlich zur Verfügung gestellt wurde, und das städtische Hochbauamt und Elektrizitätswerk mit der Überwachung und Ausführung der bezüglichen Arbeiten betraut werden konnte. Die bauliche Einrichtung der Station kostete 808,57 M., welche Summe das Großh. Ministerium der Justiz, des Kultus und Unterrichts der Erdbebenkommission gewährte.

3. Die Instrumente.

Die instrumentelle Ausrüstung ist auf beiden Stationen die gleiche und wurde im wesentlichen von R. Fechner, dem Mechaniker des Königl. Geodätischen Instituts in Potsdam, geliefert. Der Pendelapparat (Taf. 3, 4 u. 5) besteht aus zwei gleichen Horizontalpendeln, von denen das eine im Meridian, das andere in Ost-West steht. Die Pendel sind aus Messing 25 cm lang, sie schwingen um ihre nahezu vertikal stehende 12 cm lange Drehaxe und besitzen die Konstruktion nach Professor Hecker, d. h. von den Stahlspitzen, welche die Auflagerung der Drehaxe bilden, ist die Richtung der schräg gestellten oberen Spitze von der Lage des Pendelschwerpunkts abhängig, während die untere Spitze horizontal steht. (Siehe nebenstehende Figur.) Die Auflagerreaktionen sind dann immer senkrecht zu den aus Saphirflächen bestehenden Auflagern der Drehaxe. Durch möglichste Beseitigung der Reibung wird hierdurch ein besseres Funktionieren der Horizontalpendel erzielt.* Die Pendel sind am Ende der Pendelstange mit einem zylindrischen Pendelgewicht beschwert, das längs der Pendelstange verschoben werden kann und durch eine federnde Hülse in seiner Stellung festgehalten wird. Die Pendel können auch mit Dämpfung gebraucht werden. Nach Abnahme des Pendelgewichts wird zu diesem Zweck eine beim Gebrauch vertikal stehende 8 cm hohe doppelwandige Dämpfungsröhre auf die Stange soweit aufgeschoben, bis die an der Röhre angefeilte Nase in die Kerbvertiefung des an der Pendelstange festgeklemmten Anschlagrings gebracht ist. Durch ein auf die Pendelstange nahe der Drehaxe anzubringendes Gegengewicht bleibt die Lage des Pendelschwerpunktes auch bei Gebrauch der Dämpfung ungeändert. Die Dämpfungsröhre ist im Innern durch eine wagrecht eingezogene Lamelle in zwei gleiche Räume geteilt. Von außen wird die Röhre durch einen auf dem Pendelstuhl stehenden Mantel um-



* Hecker, Untersuchung von Horizontalpendel-Apparaten, Zeitschrift für Instrumentenkunde 1899 S. 261; und Hecker, Beitrag zur Theorie des Horizontalpendels, Zeitschrift für physikalische Erdkunde, Dr. Gerland's Beiträge zur Geophysik IV. Band.

schlossen, der dem Pendel hinreichenden Spielraum in seiner Bewegung gewährt. Von unten sowohl als auch von oben greifen in die doppelwandige Röhre entsprechende Zylinder ein, die auf dem Pendelstuhl bezüglich auf dem genannten Mantel ruhen. Auf Tafel 3 sind beide Pendel mit dem die Dämpfung umgebenden Mantel dargestellt. Um die Ruhelage des Pendels bezüglich einer mittleren Lage zu berichtigen, kann der Pendelstuhl, der die Stahlspitzen der Pendelaxe trägt, mittelst Schraube an der Grundplatte geneigt werden; ferner ruht die obere Stahlspitze in einem um eine horizontale Axe drehbaren Lagerbock mit Gradbogen. Mit diesem kann die Spitze nach dem Schnittpunkt gerichtet werden, in welchem die Vertikale durch den Pendelschwerpunkt die Horizontale durch die untere Spitze trifft; durch Verschieben der unteren, horizontalen Spitze in ihrem Lager kann die Drehaxe mehr oder minder geneigt, und dadurch die Schwingungsdauer der Horizontalpendel geändert werden. Ein zylindrisches Gehäuse, das auf der eiserne Grundplatte aufsitzt und oben mit einer Glasplatte abgedeckt ist, schützt die Pendel nach außen gegen Luftbewegungen etc. (Taf. 4.)

Die Bewegungen der Pendel werden auf einem gegenüberstehenden Registrierapparat photographisch aufgezeichnet. Zu dem Zweck reflektiert ein am Pendel angebrachter Spiegel, dessen Ebene durch die Drehaxe des Pendels geht, die von einer Lichtquelle auf ihn treffenden Strahlen nach der Vorderfläche einer 40 cm langen Walze. Diese ist mit lichtempfindlichem Papier überzogen und wird mittels Uhrwerk um eine horizontale Axe gedreht. Die von dem beleuchteten Spalt der Lichtquelle ausgehenden Strahlen vereinigen sich auf der Walze zu einem möglichst kleinen Lichtpunkt. Es wird dies durch die im Gehäuse vor jedem Pendel angebrachte Konvexlinse und durch die vor der Walze stehende Zylinderlinse erzielt. Die richtige Lage der Lichtpunkte auf der Walze wird durch Drehen und Neigen eines totalreflektierenden Glasprismas bewirkt, das vor jedem Pendelspiegel angeordnet ist. Das Drehen dieses Prismas kann aus größerer Entfernung mittels Stange und Schlüssel vorgenommen werden; ebenso kann auch aus größerer Entfernung mittels Gummiball und Rohr, das in eine Öffnung eines Ständers seitlich der Pendelspitze ausläuft, jedes Pendel angeblasen und die Lichtpunkte in Bewegung gebracht werden. Außer den beiden Licht-

punkten der Pendel zeichnen noch zwei weitere Lichtpunkte, die von zwei auf der Grundplatte des Pendelapparats übereinanderstehenden festen Spiegeln kommen, zwei Basislinien auf der Walze auf. Zu diesen Basisspiegeln gehört die mittlere Konvexlinse des Gehäuses.

Eine kleine gegenseitige Verdrehung der Basisspiegel bewirkt, daß die auf der Walze registrierten Pendelkurven von den Basislinien umschlossen werden. Die Anordnung der Aufstellung zeigt Taf. 5. Das Räderwerk des die Walze treibenden Uhrwerkes ist für drei Geschwindigkeiten eingerichtet, bei welchen der Weg eines Punktes des Walzenumfangs, d. i. die Registriergeschwindigkeit $\frac{14}{3}$ cm bezgl. 14 cm bezgl. 3 · 14 cm in der Stunde beträgt. Infolge des Unterschiedes der optischen und photographischen Brennweite der Linsen steht die zur Seite der Walze sich befindliche Lichtquelle etwas hinter der Walzenvorderfläche zurück. Die Lichtquelle sitzt auf einem Schlitten, der nach jeder ganzen Walzenumdrehung sich etwas verschiebt. Durch einen an der Walze seitlich angebrachten Kontakt erfolgt nämlich der Stromschluß für den unter der Lampe befindlichen Elektromagneten, wodurch dann das Auslösen einer Sperrklinke und die momentane Vorwärtsbewegung der durch ein Gewicht gezogenen Lampe bis zum nächsten Sperrzahn bewirkt wird. Die Aufzeichnungen für die aufeinander folgenden Umdrehungen ergeben sich auf diese Weise in parallelen 8 mm von einander entfernten Linien. In der Durlacher Station wird eine Benzinlampe, in Freiburg, wo elektrische Beleuchtung im Beobachtungsraum installiert ist, ein Nernstbrenner als Lichtquelle benützt. Für die Zeitmarkierung befindet sich in jeder Station eine von F. L. Löbner in Berlin bezogene Sekundenpendeluhr mit Lenzkircher Werk und Rieflerschem Nickelstahlpendel. Mittels eines in der Uhr angebrachten elektrischen Kontaktes wird der Lichtspalt bei jeder vollen Stunde durch einen vortretenden Schirm auf einige Sekunden abgeblendet, wodurch die photographische Registrierung unterbrochen und die einzelnen Stunden auf den registrierten Linien markiert werden. Die Einrichtung ist so getroffen, daß die Dauer der Abblendung, die zurzeit auf 15 sec. gestellt ist, geändert und bis auf 4 sec. verkürzt werden kann; auch kann der Kontakt halbstündig und auch viertelstündig eingestellt werden. Zur Ermittlung des Uhr-

standes sind die beiden Stationen an das Telephonnetz angeschlossen, und kann jede Uhr mittels Signaltaster mit den Uhren des geodätischen Institutes der Technischen Hochschule auf dem Chronographen verglichen werden. Um die Instrumente gegen Feuchtigkeit zu schützen, befinden sich der Pendel- und Registrierapparat sowie die Lampe zusammen in einem 4,2 m langen und 0,6 m hohen aus vier Teilen bestehenden Glaskasten. Die einzelnen Teile sowie die verschiedenen Türen sind durch Gummizwischenlagen hinreichend gedichtet. Ebenso ist das Uhrgehäuse nochmals mit einem Glaskasten überdeckt und dieser gegen die Wand durch Steinschrauben und zwischenliegenden Gummistreifen fest aufgepreßt. Im Innern dieser beiden Glaskasten sind Schalen und Gläser mit Chlorkalcium; Lambrechtsche Hygrometer lassen darin den jeweiligen Feuchtigkeitszustand erkennen. Zur Registrierung der Temperatur und Feuchtigkeit im Beobachtungsraum dienen ein Thermograph und ein Hygrograph von Richard.

Da die Instrumente bereits im Herbst 1904 geliefert waren, so wurden sie bis zur Fertigstellung der Stationen im Aulakeller der Technischen Hochschule provisorisch aufgestellt, um die photographische Registrierung probeweise insbesondere bezüglich der Feinheit ihrer Linien vorzunehmen. Zur Untersuchung, inwieweit die vier Pendel einander gleich sind, und auch behufs Verwendung der Werte bei der Bearbeitung der künftigen Aufzeichnungen sind die Konstanten der Pendel, wie Gewicht, Trägheitsmomente, Schwerpunktslage und Lage des Schwingungs- oder Stoßmittelpunkts, bestimmt worden. Zu diesem Zweck wurden die Pendel und ihre zugehörigen Teile gewogen, sowie ihre Schwingungsdauer bei vertikaler Aufhängung beobachtet. Hiefür konnten die Pendel, welche in ihrer Drehaxe noch zwei besondere ebene Saphierflächen für vertikale Aufhängung besitzen, auf die Spitzen eines Gestells aufgehängt werden. Die eine dieser beiden Spitzen ist seitlich und in der Höhe verstellbar. Das Gestell war bei diesen Beobachtungen auf einem Pfeiler im Uhrkeller aufgegipst und die gleiche Höhenlage der beiden Spitzen mit Hülfe eines gegenübergestellten Theodolits kontrolliert worden. Die Schwingungsdauer wurde dann bestimmt sowohl für verschiedene Stellungen des Pendelgewichtes als auch bei Aufsetzung der Dämpfungsröhre mit ihrem zugehörigen Gegengewicht. Die Stellungen des Pendelgewichtes waren durch

Striche auf der Pendelstange markiert worden, deren Abstände auf dem Komparator gemessen wurden.

Die vier Pendel sind mit 1, 2, 3, 4 bezeichnet, Pendel 1 und 3 gehören zum Apparat I in Freiburg mit Stationsuhr Löbner 356 und Pendel 2 und 4 zum Apparat II in Durlach mit Stationsuhr Löbner 357. Die Pendel 1 und 2 stehen im Meridian, Pendel 3 und 4 in ost-westlicher Richtung.

Die Wägungen auf der Wage No. 4 des Großh. Obereichungsamts ergaben nach der Schwingungsmethode (1905 Mai 3., 4. und 6.) für das Gewicht

	Apparat I		Apparat II	
	Pendel 1	Pendel 3	Pendel 2	Pendel 4
	gr	gr	gr	gr
der Pendelstange	51,043	52,006	52,053	50,240
des zylindr. Pendelgewichts .	38,532	38,244	39,426	38,402
der Dämpfungsröhre . . .	90,916	88,886	96,173	92,472
des zur Dämpfung gehörigen Gegengewichts	35,252	35,057	34,603	34,893

Es beträgt daher das Gewicht des ungedämpften Pendels

für	Pendel 1	Pendel 3	Pendel 2	Pendel 4
	gr	gr	gr	gr
	89,575	90,250	91,479	88,642

und bei Anwendung der Dämpfung

gr	gr	gr	gr
177,211	145,949	182,829	177,605

Für die Bestimmung der Schwingungsperiode (d. i. doppelte Schwingungsdauer) war der Spiegel des vertikal aufgehängten Pendels beleuchtet, und ihm gegenüber in 2,5 m Entfernung ein Schirm aus Karton aufgestellt worden, auf dem eine Linie gezogen war. Aus der auf dem Chronographen registrierten Zeit, die zwischen einer größeren Anzahl von (durchschnittlich 200) gleichgerichteten Durchgängen des vom Spiegel reflektierten Lichtscheins durch die schwarze Linie verfloß, wurde die Dauer einer Schwingungsperiode abgeleitet. Das Vielfache der Schwingungsperiode ist sowohl für die unbelastete Pendelstange, als für verschiedenen Stellungen des Pendelgewichtes, sowie auch bei Aufbringung der Dämpfungsvorrichtung mehrmals von zwei ver-

schiedenen Beobachtern bestimmt worden. Der Schwingungsbogen betrug hierbei ungefähr 2°.

Für die unbelastete Pendelstange wurde die Schwingungsperiode ermittelt bei

	Pendel 1	Pendel 3	Pendel 2	Pendel 4
	(1905: Novbr. 7.)		(1905: Mai 25.)	
	sec.	sec.	sec.	sec.
zu	0,8232	0,8246	0,8218	0,8289.

Bei den Pendeln 1 und 3 wurde für 5 Stellungen des Pendelgewichtes entsprechend den Marken 4, 3a, 3, 2 und 1, bei den Pendeln 2 und 4 für 4 Marken 4, 3, 2 und 1 die Schwingungsperiode bestimmt. Die Marke 1 liegt der Pendelspitze, Marke 4 der Pendelaxe am nächsten, und die Marke 2 gibt die Lage des Pendelgewichtes an bei der Aufstellung als Horizontalpendel.

Die Messung der Markenabstände von der Marke 4 ergab bei

	Pendel 1	Pendel 3	Pendel 2	Pendel 4
	cm	cm	cm	cm
Marke 4 . .	0,00	0,00	0,00	0,00
„ 3a . .	3,01	2,99	—	—
„ 3 . .	6,03	6,01	5,99	6,03
„ 2 . .	13,72	13,63	13,68	13,72
„ 1 . .	15,96	15,79	15,93	15,98
Pendelspitze . .	19,3	19,3	19,3	19,3

In der letzten Zeile ist die Entfernung der Marke 4 von der Mitte der in eine abgeschrägte Schneide auslaufenden Pendelspitze angegeben.

Die Schwingungsperiode für die verschiedenen Stellungen des Pendelgewichtes wurde nun erhalten bei

	Pendel 1	Pendel 3	Pendel 2	Pendel 4
	1904 Dezbr. 1. und 1905 Novbr. 7.		1904 Dezbr. 10. und 1905 Mai 25.	
	sec.	sec.	sec.	sec.
für Marke 4	0,6818	0,6843	0,6797	0,6848
„ „ 3a	0,7071	0,7095	—	—
„ „ 3	0,7500	0,7528	0,7475	0,7526
„ „ 2	0,8861	0,8859	0,8848	0,8864
„ „ 1	0,9272	0,9256	0,9266	0,9287

Die Schwingungsperiode bei Aufsetzung der Dämpfungsröhre mit zugehörigem Gegengewicht (**gedämpftes Pendel**) ergab sich bei

	Pendel 1	Pendel 3	Pendel 2	Pendel 4
	1904 Dezbr. 1.		1904 Dezbr. 1.	
	sec.	sec.	sec.	sec.
zu	0,8517	0,8569	0,8517	0,8553

Aus allen Beobachtungen berechnet sich der mittlere Beobachtungsfehler der 200fachen Schwingungsperiode zu $\mp$ 0,09 sec. Es wird daher der mittlere Fehler einer Schwingungsperiode $= \mp$ 0,00045 sec. und der mittlere Fehler des Mittels aus den Beobachtungen zweier Beobachter $= \mp$ 0,00032.

Der Bestimmung der Trägheitsmomente und der Schwerpunktslagen liegt der bekannte Ausdruck

$$\frac{T^2}{4\pi^2} g = \frac{m_1 (k_1^2 + h_1^2) + m_2 (k_2^2 + h_2^2)}{m_1 h_1 + m_2 h_2} \quad \ldots (1)$$

zu Grund . . . (1).

Hierin bedeuten:

T die Schwingungsperiode,

g die Intensität der Schwerkraft (980,982 $\frac{\text{cm}}{\text{sec.}^2}$, Pendelkeller der Techn. Hochschule),

m_1 bezgl. m_2 die Masse der unbelasteten Pendelstange bezgl. die Masse des Pendelgewichts,

k_1 bezgl. k_2 den Trägheitsradius der unbelasteten Pendelstange bezgl. des Pendelgewichts bezogen auf ihre bezüglichen Schwerpunkte und parallel der Drehaxe des Pendels.

h_1 bezgl. h_2 den Abstand des Schwerpunkts der unbelasteten Pendelstange bezgl. des Pendelgewichts von der Drehaxe des Pendels.

Die Bestimmung der vier Größen $k_1\, h_1\, k_2\, h_2$ setzt 4 Beobachtungen T voraus. Setzt man für 3 Beobachtungen, bei welchen das Pendelgewicht die Stellungen h_2 (Marke 4), $h_2 + a$ (Marke 3) und $h_2 + b$ (Marke 1) hat, und wobei a und b seine aus dem Markenabstand bekannten Verschiebungen sind

$$\frac{T_1^2}{4\pi^2} g = A, \quad \frac{T_2^2}{4\pi^2} g = B, \quad \frac{T_3^2}{4\pi^2} g = C$$

und nimmt als vierte

$$\frac{T_4^2}{4\pi_2} g = D$$

die Beobachtung der unbelasteten Pendelstange hinzu, für welche in obigem Ausdruck (1) $m_2 = o$ zu setzen ist, so erhält man aus folgenden vier Gleichungen ihrer Reihe nach die vier Unbekannten h_1, k_1^2, k_2^2 und h_2

$$\frac{m_1}{m_2}\left(\frac{B-A}{A-B+2a} - \frac{C-A}{A-C+2b}\right) h_1 = \frac{C\left(b+\frac{A}{2}\right) - \left(b+\frac{A}{2}\right)^2 - \frac{A^2}{4}}{A-C+2b} -$$

$$- \frac{B\left(a+\frac{A}{2}\right) - \left(a+\frac{A}{2}\right)^2 - \frac{A^2}{4}}{A-B+2a}$$

$$k_1^2 = h_1 (D - h_1)$$

$$k_2^2 = \frac{m_1}{m_2}(A-D)\, h_1 + \frac{A^2}{4} - \left\{\frac{m_1}{m_2} \cdot \frac{B-A}{A-B+2a} \cdot h_1 + \right.$$

$$\left. + \frac{B\left(a+\frac{A}{2}\right) - \left(a+\frac{A}{2}\right)^2 - \frac{A^2}{4}}{A-B+2a}\right\}^2$$

$$h_2 = \frac{A}{2} + \sqrt{\frac{m_1}{m_2}(A-D)\, h_1 + \frac{A^2}{4} - k_2.}$$

Die berechneten Werte sind nachstehend zusammengestellt.

	Pendel 1	Pendel 3	Pendel 2	Pendel 4
h_1	4,23 cm	4,41 cm	3,95 cm	4,46 cm
k^2_1	53,31 cm²	55,04 cm²	50,65 cm²	56,22 cm²
h_2 (Marke 4)	6,38 cm	6,61 cm	6,25 cm	6,50 cm
k^2_2	3,38 cm²	1,70 cm²	5,07 cm²	1,91 cm²

Die Einsetzung dieser Werte in die analoge Gleichung (1), welche bei Pendel 1 und 3 für die Stellung des Pendelgewichts auf Marke 2 und 3a bezüglich bei Pendel 2 und 4 auf die Marke 2 noch gilt, gibt zunächst eine Kontrolle für die Rechnung. Diese ergab für

	Marke 2		Marke 3a	
	beobachtet	berechnet	beobachtet	berechnet
bei Pendel 1	19,510	19,528	12,424	12,436
„ „ 3	19,502	19,536	12,508	12 512
„ „ 2	19,453	19,473	—	—
„ „ 4	19,524	19,584	—	—

Zur weiteren Beurteilung der Genauigkeit, mit der auf diese Weise die obigen und die noch zu berechnenden Größen ermittelt werden, sind alle auf das Pendel 1 sich beziehenden Beobachtungen der Schwingungsdauer, der Wägung und der Verschiebung des Pendelgewichts einer strengen Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate unterworfen worden. Die Ausgleichung ergab für h_1, h_2, $k^2{}_1$, $k^2{}_2$ des Pendels 1 Verbesserungen, die kaum von dem mittleren Fehler ihrer Bestimmung verschieden sind. Im einzelnen werden die mittleren Fehler in den Schwerpunktsabständen h_1 bezgl. h_2 gleich $\mp$ 0,11 cm bezgl. $\mp$ 0,05 cm und in $k^2{}_1$ bezgl. $k^2{}_2$ gleich $\mp$ 0,89 cm² bezgl. $\mp$ 0,81 cm². Es wurden ferner die mittleren Beobachtungsfehler erhalten für die Wägung zu $\mp$ 0,014 gr, für die Verschiebung des Pendelgewichtes zu $\mp$ 0,025 cm und für die Schwingungsperiode zu $\mp$ 0,02 sec. Da hier in den Beobachtungen der Schwingungsperiode neben der inneren Übereinstimmung wiederholter Beobachtungen noch andere Fehlerquellen in Betracht kommen, so ist der Unterschied dieses mittleren Fehlers mit seinem Werte auf S. 38 sowie der Betrag des m. F. in der Wägung nicht weiter auffallend.

Berechnet man nunmehr für die Einstellung des Pendelgewichtes auf Marke 2 (Aufstellung als ungedämpftes Horizontalpendel) den Abstand S des Schwerpunkts des Pendels von der Masse $M = m_1 + m_2$, sowie die Lage L des Schwingungsmittelpunktes, ferner das statische Moment $M.S$ und das Trägheitsmoment Θ, alles bezogen auf die Drehaxe, so ergeben sich bei ungedämpftem Pendel folgende Werte für

	S	L	M	$M.S$	Θ
	cm	cm	gr	gr cm	gr cm²
Pendel 1 . . .	11,05	19,51	89,58	990,2	19 319
Pendel 3 . . .	11,12	19,50	90,25	1003,2	19 565
Pendel 2 . . .	10,83	19,45	91,48	991,2	19 281
Pendel 4 . . .	11,28	19,52	88,64	1000,3	19 530
mittl. Fehler =	$\mp$ 0,19	$\mp$ 0,01	$\mp$ 0,02	$\mp$ 6,0	$\mp$ 892

In dieser Zusammenstellung sind die Werte für *M* von S. 36 nochmals aufgenommen worden und ist in der letzten Zeile der mittlere Fehler für die auf das Pendel 1 bezüglichen Werte, wie sie sich vor ihrer Ausgleichung unmittelbar aus den Beobachtungen berechnen, beigefügt. Den auf die andern Pendel bezüglichen Werten darf wohl derselbe Genauigkeitsgrad zuerkannt werden, da sie auf gleiche Weise mit derselben Sorgfalt bestimmt worden sind.

Unter der Annahme, daß bei Aufbringung der Dämpfungsröhre und ihres zugehörigen Gegengewichts die Lage des Pendelschwerpunktes sich nicht ändert, ergeben sich für die gleichen Größen wie oben die folgenden Werte bei gedämpftem Pendel:

	S	*L*	*M*	*M.S*	Θ
	cm	cm	gr	gr cm	gr cm
Pendel 1	11,05	18,03	177,21	1958,2	35 299
Pendel 3	11,12	18,25	175,95	1956,6	35 700
Pendel 2	10,83	18,03	182,83	1980,0	35 691
Pendel 4	11,28	18,18	177,61	2003,4	36 418

Aus diesen beiden Zusammenstellungen ist ersichtlich, daß bezüglich der darin enthaltenen Größen die vier Pendel hinreichend übereinstimmen. Da auch ihre Aufhängung vollständig gleich und besondere Sorgfalt genommen ist, daß die Reibung des Gehänges auf den Spitzen überall gleich wird, so darf man erwarten, daß gleichartige Erscheinungen von den Pendeln auch in gleicher Weise registriert werden. Inwieweit dies tatsächlich der Fall ist, zeigen die beiden in ihrer wirklichen Größe wiedergegebenen Seismogramme auf Seite 43, welche in Durlach und Freiburg vom Fernbeben am 21. Januar 1906 um 14^h bis 17^h GrZ. erhalten worden sind. Der übereinstimmende Eintritt von gleichen Phasen ist bei beiden Seismogrammen leicht zu erkennen. Die größere Amplitude des Freiburger Ost-Westpendels 3 gegenüber dem Durlacher Pendel 4 erklärt sich leicht daraus, daß in Freiburg das Pendel 1 fast ruhig blieb, die Erdbebenwellen also in meridionaler Richtung gingen, während in Durlach außer Pendel 4 auch das Nord-Süd-Pendel 2 die Wellen anzeigte; die Richtung der Erdbebenwellen ist daher in Durlach gegen den Meridian geneigt. Ob diese Verschiedenheit der Richtung von der Aufstellung der

Seismographen auf Gneis in Freiburg und auf Buntsandstein in Durlach herrührt, müssen künftige Beobachtungen darüber Aufschluß geben.

Die Wirkungsweise der Horizontalseismographen,* zu denen auch die Horizontalpendel gehören, wird hauptsächlich durch zwei Konstanten charakterisiert, und zwar durch die Vergrößerung, mit der sie die horizontalen Verschiebungen wiedergeben, sowie durch die Empfindlichkeit gegen dauernde Neigungen. Die Vergrößerung V ist das Verhältnis der Länge I des Indikators zur mathematischen Pendellänge L. Bei photographischer Registrierung wird die Indikatorlänge dargestellt durch die Summe aus den Entfernungen des Lichtspaltes und des registrierenden Lichtpunktes vom Pendelspiegel. Die Neigungsempfindlichkeit hängt von der Größe der Schwingungsperiode des Horizontalpendels ab. Wird die der Schwingungsperiode entsprechende äquivalente Pendellänge mit $\mathfrak{L}$ bezeichnet, so wird die äquivalente Indicatorlänge $\mathfrak{J} = V \cdot \mathfrak{L}$. Durch diese als auch durch den Ausschlag für eine Bogensecunde $E = \frac{\mathfrak{J}}{206265}$ wird die Empfindlichkeit des Horizontalpendels für statische Neigungsänderung angegeben.

Der Weg des Lichtstrahls vom Lichtspalt bis zum Pendelspiegel beträgt in Durlach 330,6 cm bezgl. in Freiburg 337,3 cm und vom Pendelspiegel bis zur Vorderfläche der Registrierwalze in Durlach 308,6 bezügl. in Freiburg 308,1. Die Indikatorlänge ist daher in Durlach $I = 639{,}2$ cm bezgl. in Freiburg $I = 645{,}4$ cm. Der Unterschied von 6,2 cm ist weiter von keiner Bedeutung in V und $\mathfrak{J}$. Die vier Horizontalpendel werden möglichst auf eine Schwingungsperiode von 30 sec. eingestellt, was einer äquivalenten Pendellänge $\mathfrak{L} = \frac{30^2}{4\pi^2} \cdot g = 22360$ cm entspricht.

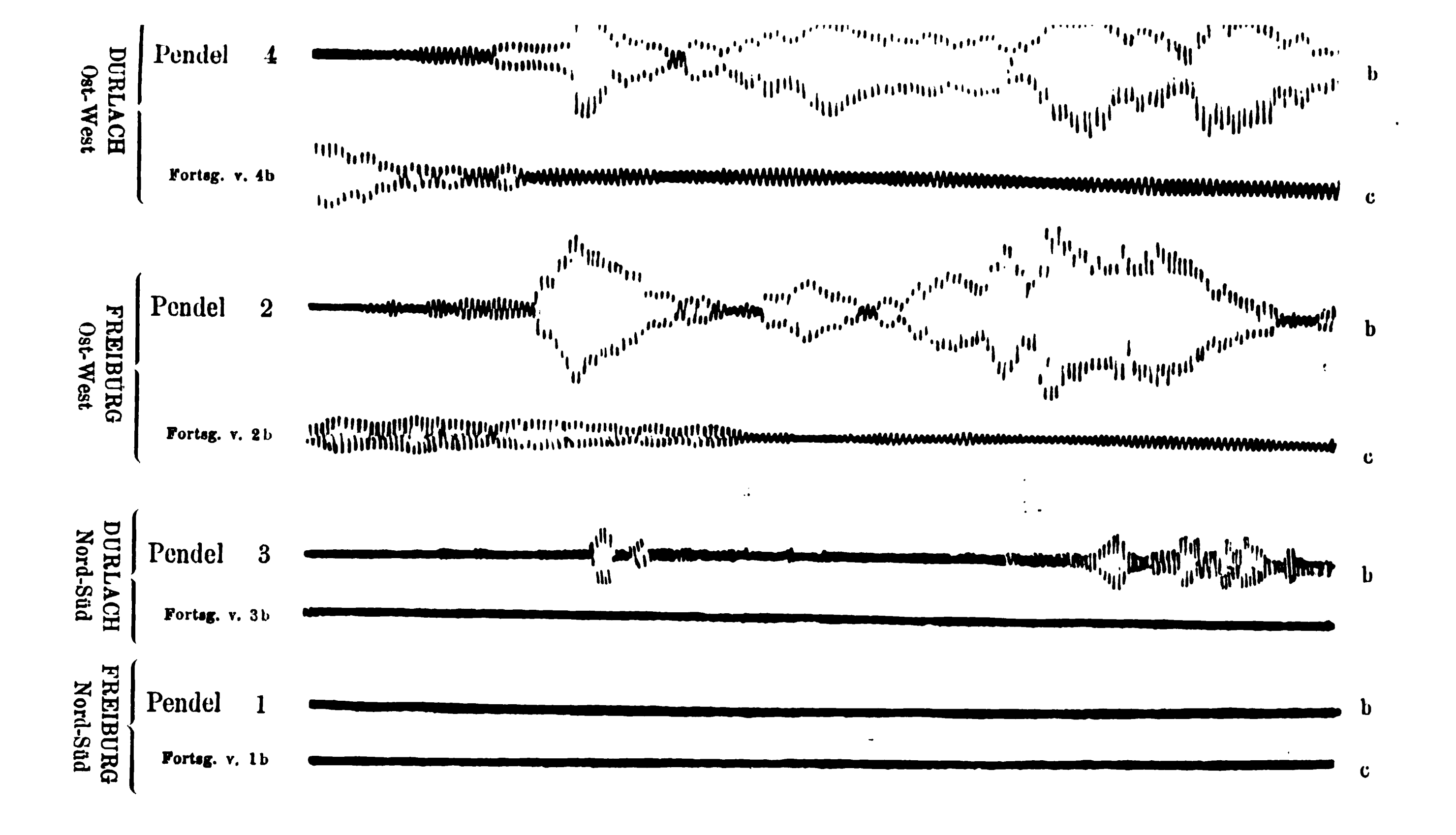
Für das ungedämpfte Pendel ist auf beiden Stationen $L = 19{,}5$ cm und man erhält

$$V = \frac{I}{\mathfrak{L}} = 33 \text{ und } \mathfrak{J} = V \cdot \mathfrak{L} = 737\,880 \text{ cm oder } E = 3{,}6 \text{ cm.}$$

Für das gedämpfte Pendel ist auf beiden Stationen $L = 18{,}1$ cm und es wird

* E. Wiechert, Theorie der automatischen Seismographen. Abhdl. d. K. Ges. d. Wiss. zu Göttingen, Math.-Phys. Kl. Neue Folge Band II, No. 1. Berlin 1903




DURLACH
Ost-West
Pendel 4
b
Fortsg. v. 4b
c
FREIBURG
Ost-West
Pendel 2
b
Fortsg. v. 2b
c
DURLACH
Nord-Süd
Pendel 3
b
Fortsg. v. 3b
FREIBURG
Nord-Süd
Pendel 1
b
Fortsg. v. 1b
c

$$V = \frac{I}{\mathfrak{L}} = 36 \text{ und } \mathfrak{J} = V \cdot \mathfrak{L} = 804\,960 \text{ cm oder } E = 3{,}9 \text{ cm.}$$

Die geographische Lage der beiden Seismographen ist durch geometrische Aufnahme der Pendelpfeiler in die Katasterpläne bestimmt worden als auch wurde ihre Höhe über Normal-Null durch Anschluß an das badische Hauptnivellement ermittelt. Aus den Katasterplänen wurden die rechtwinkligen Koordinaten abgegriffen und aus diesen und der geographischen Lage des Mannheimer Nullpunkts (49° 29′ 10″91 Breite und 8° 27′ 36″80 Länge östl. Grenw.) ergibt sich für den

Seismograph in Durlach geograph. Breite = 48° 59′ 45″6,
„ Länge = 8° 28′ 55″2, östl. Gr.
Höhe = 127m48 + N.N.

„ „ Freiburg geograph. Breite = 47° 59′ 46″4,
„ Länge = 7° 51″ 34″8, östl. Gr.
Höhe = 278m93 + N.N.

* *

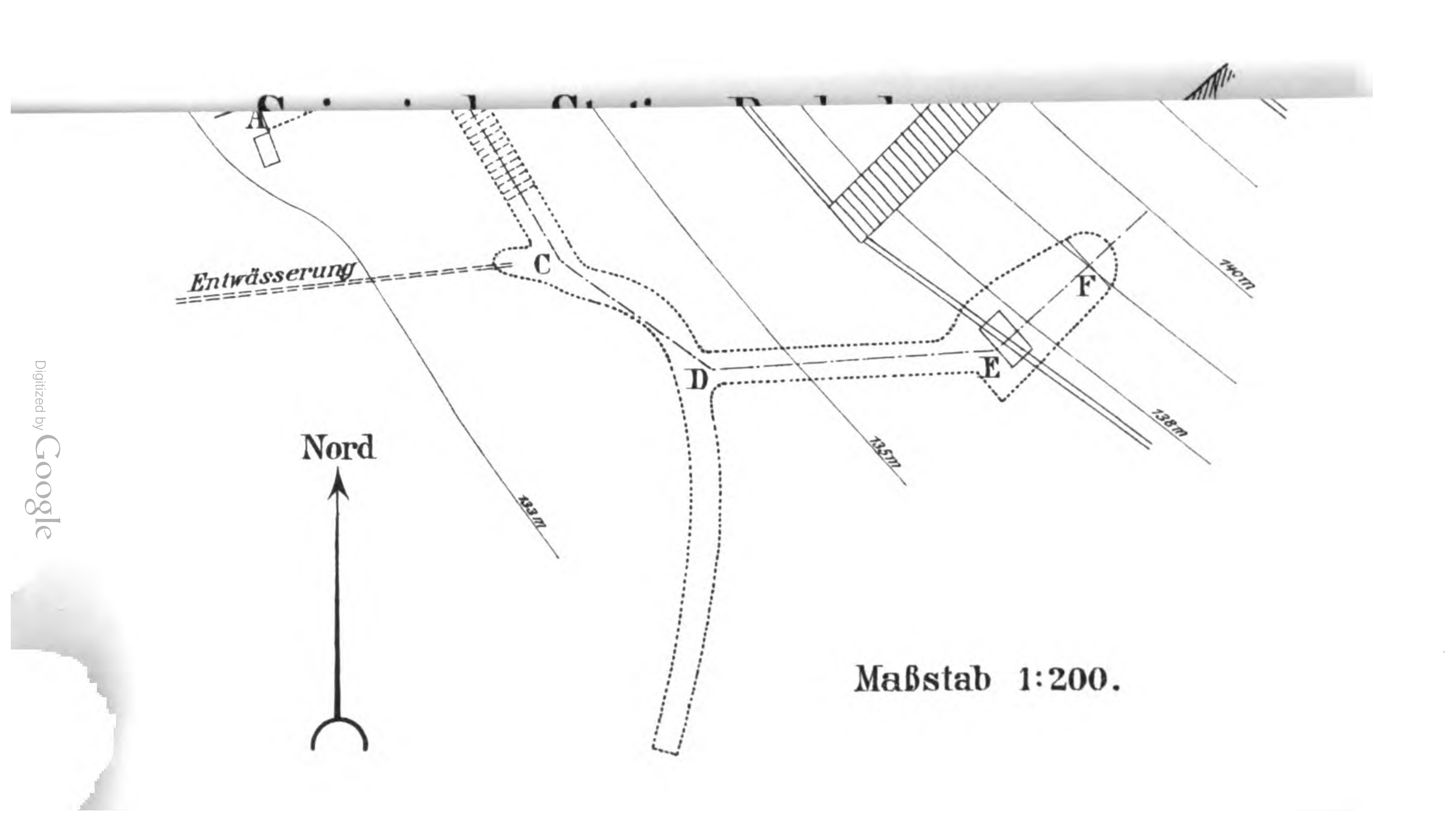
*

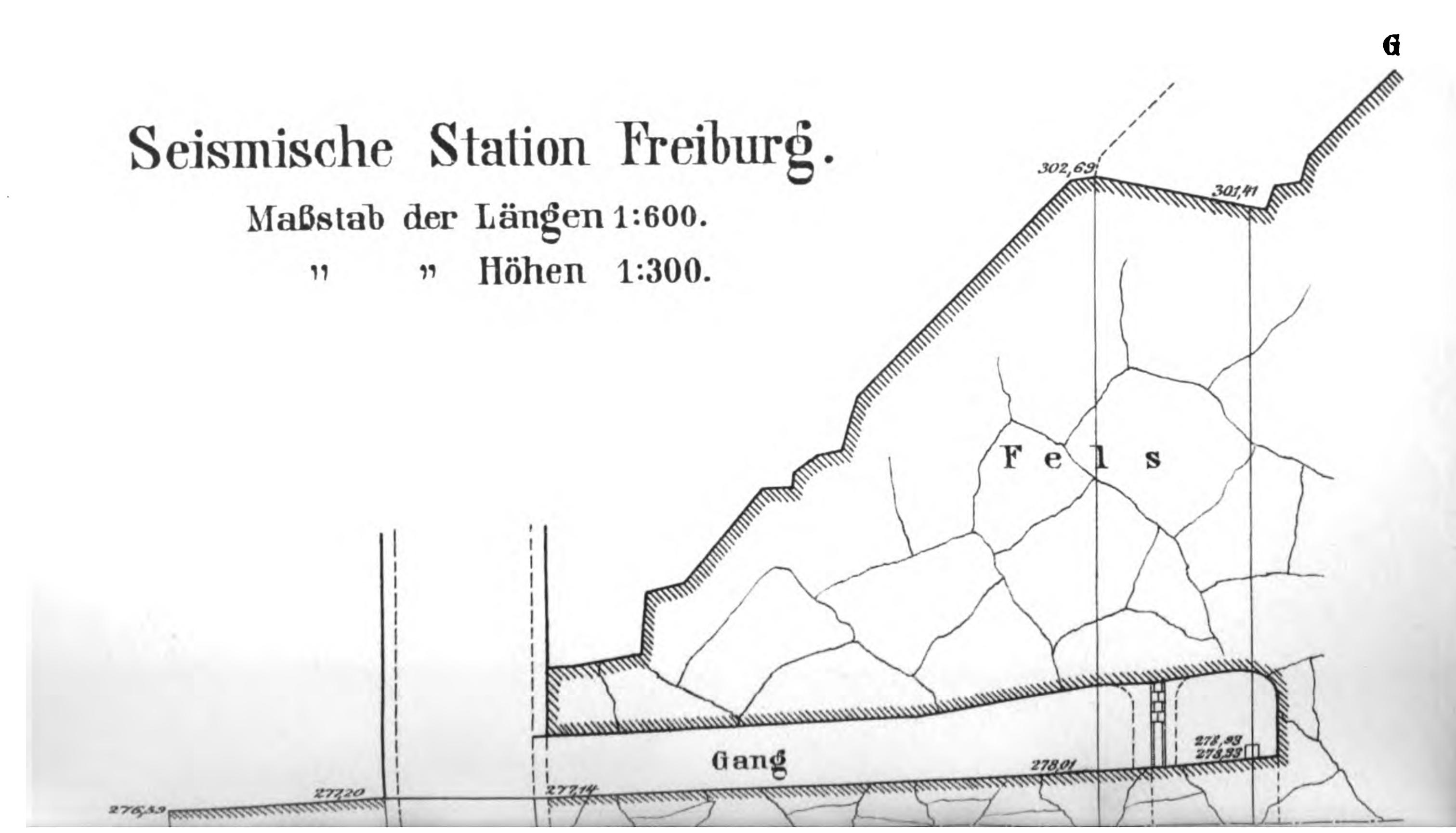
Die Kosten der instrumentellen Ausrüstung der Stationen einschließlich der speziellen Adaptierung betragen in Durlach M. 3305,16 und in Freiburg M. 3338,87. Insbesondere kosteten

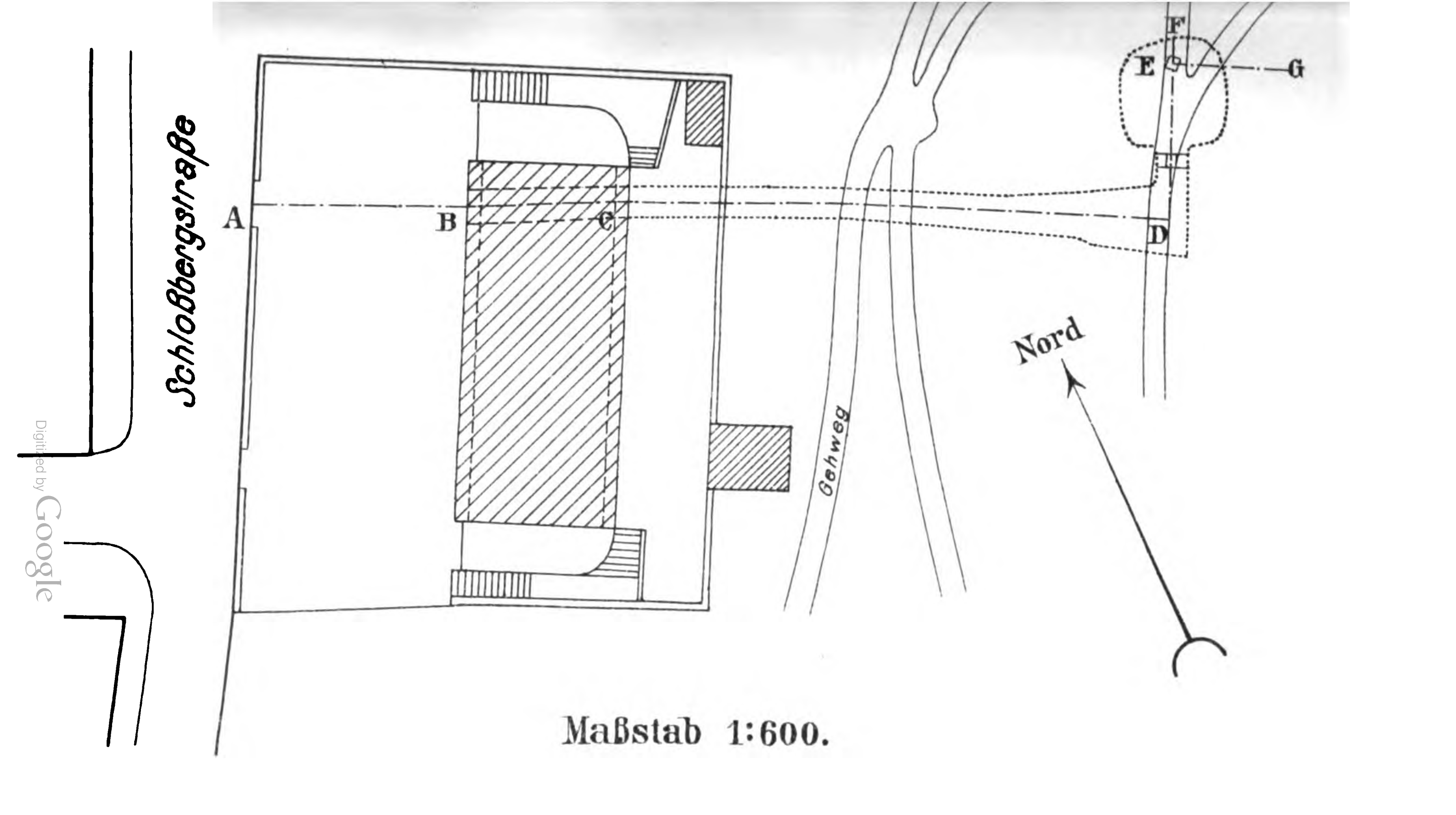
der Horizontalpendelapparat mit 2 Komponenten und Dämpfungseinrichtung	940,— M.
der Registrierapparat	800,— „
die Spaltlampe	225,— „
die Secundenpendeluhr	355,— „
die Glaskästen über die Uhr und den Seismograph	446,46 „
der Thermograph und Hygrograph je	100,— „

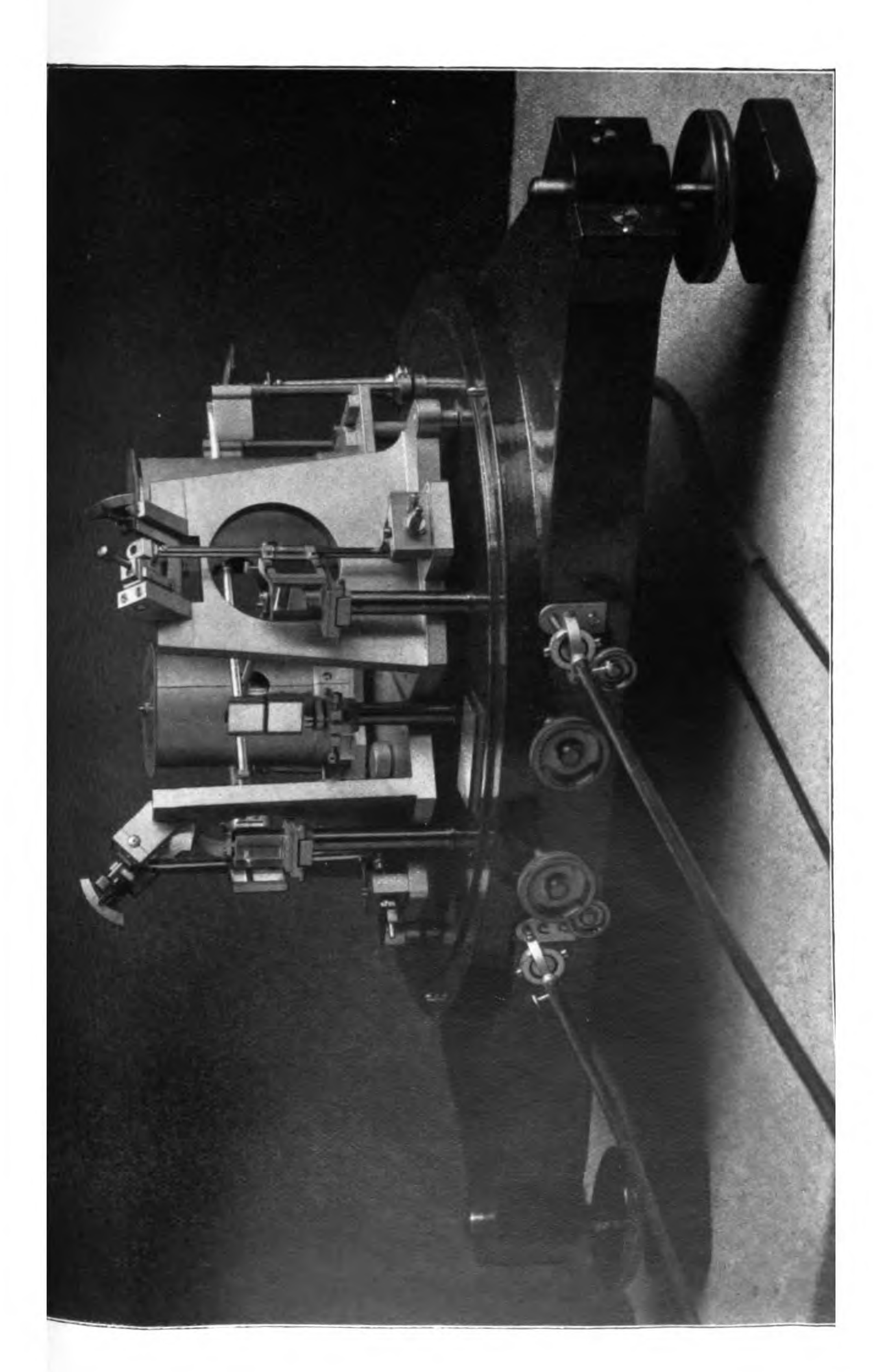
Einschließlich der baulichen Herstellung erforderte daher die Errichtung der Station in Durlach M. 8864,43 und jener in Freiburg M. 4147,44, zusammen also M. 13011,87. Hiervon ist aus den Mitteln des Naturwissenschaftlichen Vereins die Summe von 12203,30 M. bestritten worden; außerdem wurde aus Vereinsmitteln für die Einrichtung zur Untersuchung der Pendel und für den Betrieb bis Ende 1905 der Betrag von M. 852,09 aufgewendet

Die Errichtung der beiden Erdbebenstationen bedeutet einen wesentlichen Fortschritt für die seismische Forschung in Baden, und werden die vorliegende Untersuchung der Instrumente und die ermittelten Zahlenwerte ihre Verwertung späterhin finden. Neben dieser auf instrumenteller Grundlage beruhenden Forschung möge aber nicht die bisherige Tätigkeit der Erdbebenkommission vernachlässigt werden, die unter anderem auf die Ermittlung der Epizentren der hier fühlbaren Erdbeben hinzielt, umsomehr, als diese Tätigkeit jetzt durch die seismischen Stationen Unterstützung findet. Es dürfte sich hiefür noch empfehlen und es wäre sehr dankbar zu begrüßen, wenn wie früher die bewährte Mitwirkung des Zentralbureaus für Meteorologie und Hydrographie wieder gewonnen werden könnte.

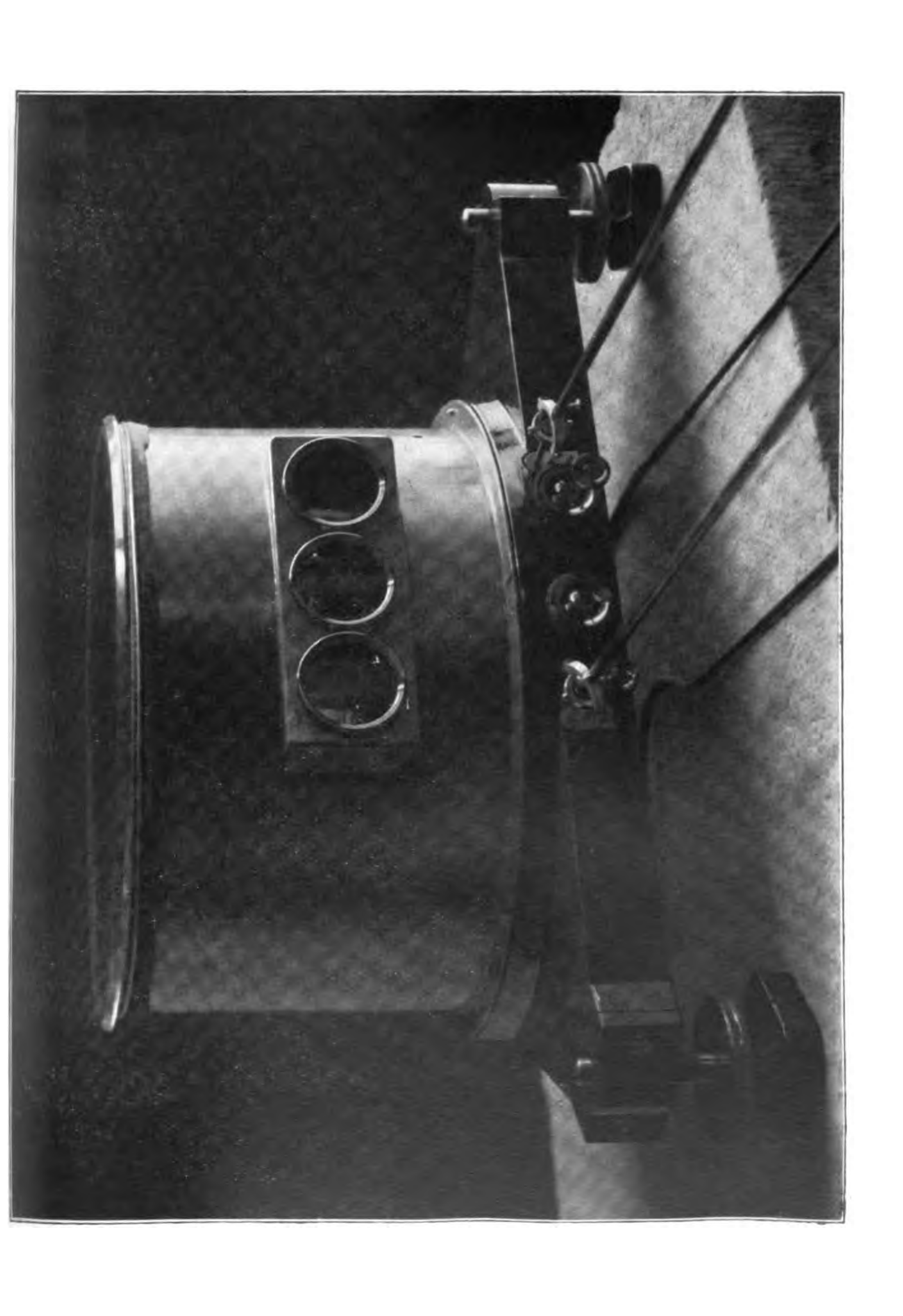

A
C
D
E
F
Entwässerung
140 m
138 m
135 m
133 m
Nord
Maßstab 1:200.

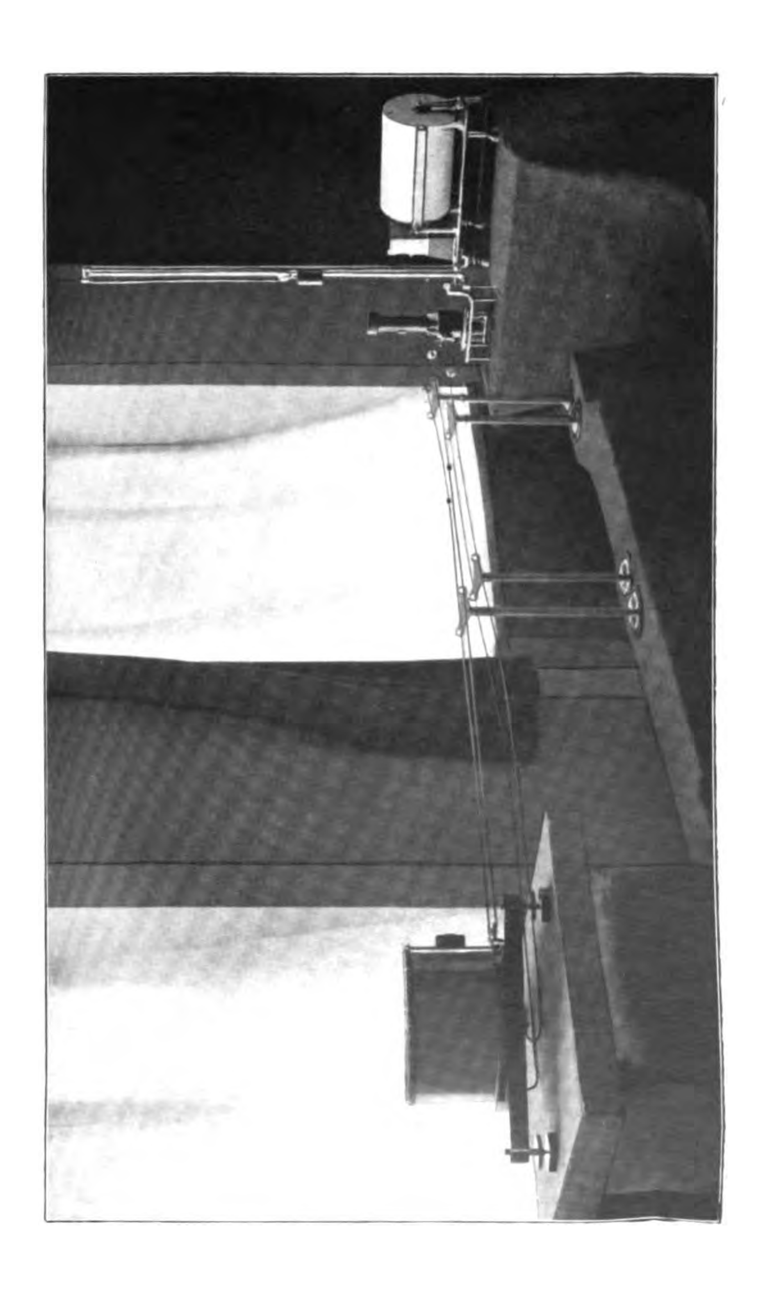

G
Seismische Station Freiburg.
Maßstab der Längen 1:600.
" " Höhen 1:300.
302,69
301,41
Fels
Gang
278,93
278,33
278,01
277,14
277,20
276,39


Schloßbergstraße
A
B
C
D
E
F
G
Gehweg
Nord
Maßstab 1:600.



Tafel 4.





.us dem Leben der Borkenkäfer

von

Hofrat Dr. Nüsslin.

Die Borkenkäfer sind eine Familie der Rhynchophoren, der Rüsselkäfer im weiteren Sinne. Alle Rhynchophoren-Familien teilen miteinander die nahtlose, also weitgehendste Verschmelzung der Chitinplatten des Kopfes und der Vorderbrust; alle haben die gleiche embryonale Entwicklung, und auch postembryonal die gleiche Larvenform: eine beinlose, augenlose, fast madenartige, bauchwärts eingekrümmte Larve mit weichem, meist weißlichem Körper und hartem, gelblichem Chitinkopfe, der die festen Mundteile trägt.

Die einzelnen Familien gehen stufenweise ineinander über, so entfernt auch die Extreme einander gegenüberstehen. Einen engeren Zusammenschluß zeigen unter sich die drei Familien der Curculioniden oder Rüsselkäfer im engeren Sinne, der Cossoniden und der Scolytiden oder Borkenkäfer. Diese drei Familien haben die geknieten Fühler, deren Geißel eine Keule trägt, und den sehr charakteristischen Kaumagen *) gemeinsam.

Die Cossoniden bilden dabei das Übergangsglied zwischen Rüssel- und Borkenkäfern, und insbesondere sind es unter den Cossoniden einzelne Arten der Gattung *Rhyncolus*, welche rein äußerlich gewissen *Hylastes*-Arten der Borkenkäfer so ähnlich sehen, daß schon ein genaueres Zuschauen dazu gehört, um die Familienzugehörigkeit festzustellen. Auch in der inneren Organisation, insbesondere in bezug auf die Mannigfaltigkeit der Kaumagen-Bildungen beider Familien zeigen sich geradezu parallellaufende Übereinstimmungen.

In der Lebensweise bieten die Cossoniden in der Familienreihe der Rhynchophoren gleichfalls die nächsten Anklänge an die Borkenkäfer, gibt es doch *Rhyncolus*-Arten, welche zur Ei-

*) Anfänge einer Kaumagenbildung kommen auch bei Rhynchitiden (*Apoderus coryli*) vor.

ablage gleich wie die echten Borkenkäfer als Mutterkäfer in den Holzkörper eindringen und sogenannte Muttergänge nagen, eine Erscheinung, die bei echten Rüsselkäfern noch nirgends vorkommt.

In der langen Lebensdauer der Imagostadien, in den Generations-Verhältnissen, sowie in der Art des Larvenfraßes zeigen sich anderseits manche echte Rüsselkäfer und manche Borkenkäfer so übereinstimmend, daß sich hieraus auch ein ähnliches forstliches Verhalten ergibt.

Ich erinnere in dieser Beziehung an die *Hylobius*- und *Pissodes*-Arten unter den Rüsselkäfern einerseits, an *Hylesinus*-Arten unter den Borkenkäfern andererseits.

Die Borkenkäfer sind Parasiten der Holzgewächse. Nur ganz vereinzelt kommen sie auch an Krautpflanzen (Gattung *Thamnurgus*), oder an Früchten (*Coccotrypes dactyliperda*) vor. Fast ausnahmslos leben sie in strauchartigen oder baumartigen Holzgewächsen, ganz besonders in den letzteren. Die Bäume der Wälder, der Parks, der Felder und Gärten sind daher ihre Domäne.

Unter den Bäumen erscheinen die Nadelhölzer sehr wesentlich bevorzugt, besonders die Kiefern mit etwa 26 Arten und die Fichte mit etwa 14 Arten, die Tanne mit vier Arten. Unter den Laubhölzern sind Eiche und Ulme bevorzugt, beide mit je sieben Arten, dann folgt die Esche mit drei Arten. Alle übrigen Nadel- und Laubhölzer haben höchstens zwei Arten, öfters sogar nur eine Art. Die genannten Zahlen sind insofern nicht vollständig, als es noch außerdem Borkenkäfer-Arten gibt, welche mehr oder weniger polyphag leben, und als manche einer Holzart zugewiesene Spezies auch gelegentlich an einer anderen vorkommen kann. So hat heuer in Pfullendorf der für die Fichte so typische Buchdrucker (typographus) die Kiefer ganz skrupellos heimgesucht, und auch sonst ist bei Massenvermehrung eine gewisse Gleichgiltigkeit in bezug auf die Wahl der Holzart hervorgetreten.

Es sind dies Fälle der Not, in denen auch der Borkenkäfer weniger wählerisch wird, auch in bezug auf ein anderes sehr wichtiges Moment. Die Borkenkäfer meiden nämlich unter normalen Verhältnissen alles Vollsaftige und Frohwüchsige, sie sind so recht die Parasiten des Kranken und des Schwachen. Die Todeskandidaten unter den Bäumen werden von ihnen so sehr bevorzugt, daß es zu den Ausnahmen gehört, wenn ein infolge

anderer Ursachen absterbender Baum keine Borkenkäferinsassen enthält. Sie sind also normal sekundäre, nicht primäre Feinde des Waldes.

Doch in der Not werden sie auch primär und fallen alsdann aus Hunger und aus Fortpflanzungsdrang auch über die gesünderen Bäume her.

Die Borkenkäfer besuchen die Bäume, um für sich und für ihre Nachkommen Nahrung und Schutz, und um Fortpflanzungsstätten zu finden.

Zu allen diesen Zwecken gehen sie in Minengängen ins Innere der Holzpflanzen: in das Innere der Rinde oder des Holzes. Von ganz besonderem Interesse, von einer staunenswerten Mannigfaltigkeit und zum Teil von wirklicher Schönheit sind die zum Zweck der Fortpflanzung und Ernährung der Brut gefertigten sogenannten Brutgänge, auch Brutbilder oder Fraßbilder schlechthin genannt.

Fast jede Art hat ihre eigene Bauart, und gewisse Gruppen solcher Brutbilder repräsentieren geradezu Baustile. So unterscheidet man einfache und doppelte Lotgänge, einfache und doppelte Wagegänge, Sterngänge, Platzgänge bei den Rindenbrütern, Leitergänge, Platzgänge, horizontale und unregelmäßige Gabelgänge bei den Holzbrütern.

Der Charakter der Brutbilder ist für die einzelne Art so beständig, daß es oft leichter ist, eine Borkenkäferart nach ihren Brutbildern zu erkennen, als nach den subtilen Merkmalen des Käfers selber.

An den Brutgängen läßt sich meistens der Anteil der Eltern und der ihrer Nachkommen deutlich trennen und wir unterscheiden hiernach Mutter- und Larvengänge. Am Muttergang arbeitet das Weibchen den wichtigsten Teil, der zur Aufnahme der Eier dient. Das Männchen nimmt nur beschränkten Anteil.*

* Nach den neuesten Publikationen von Ivan Schewyreuv (L'énigme des Scolytiens „Petersb. Forstjournal" 1905, deutsches Referat von Nik. v. Adelung im zool. Centralbl. 1905) ist die Rolle der ♂♂ Borkenkäfer damit nicht ausgespielt. Dem ♂ falle z. B. bei *typographus* die Reinigung der nach unten gerichteten Muttergänge zu, wobei das ♂ das Bohrmehl hinter sich scharrt und rückwärts aufsteigend nach außen führt. Diese Reinigung geschähe jedoch zum Zwecke der Ermöglichung wiederholter Begattungen (jeweils nach Ablage von 6—12 Eiern), wozu das ♀, vom ♂ liebkost, demselben, ebenfalls rückwärts aufsteigend, in die Rammelkammer folge.

Es übernimmt z. B. bei den polygam lebenden Rindenbrütern die Anfangsarbeit, nämlich die Fertigung der Eintrittsröhre und einer geräumigen Platzmine, die gewissermaßen als Empfangsraum für die alsbald eintretenden Weibchen dient. Schon vor Ratzeburg wurde dieser Raum unter der Bezeichnung „Brautkammer" als Ort der Begattung aufgefaßt; Ratzeburg befestigte diese Auffassung, indem er den weniger ästhetischen Namen „Rammelkammer" gewählt hat. Es ist jedoch sehr fraglich, ob wirklich alle Weibchen noch jungfräulich in diesen Raum eintreten, es scheint die Begattung auch schon außerhalb, zurzeit des Massenanflugs vollzogen zu werden. Jedenfalls sind die versammelten Weibchen schon einige Stunden nach dem Eintritt damit beschäftigt, jedes für sich, einen röhrenförmigen Gang, den Brutgang, zu nagen und schon nach Ablauf eines Tages mit der Eiablage zu beginnen. Wir wollen bei unserer nachfolgenden Schilderung ganz besonders den großen Fichtenborkenkäfer (*Tomicus typographus* L. = „Buchdrucker") ins Auge fassen.

Gewöhnlich kommen hier zwei oder drei Weibchen in die Rammelkammer, so daß zwei bis drei Brutgänge, einer stammaufwärts und einer oder zwei abwärts, genagt werden, also ein doppel- oder dreiarmiger Lotgang entsteht.

Jedes Weibchen nagt, während es successiv den Gang verlängert, beiderseits kleine Hohlräume, die Eiergruben, deren jede zur Aufnahme eines Eies dient, und alsbald nach Ablage der Eier mit etwas Genagsel bedeckt und so gegen das Lumen des Gangs abgeschlossen wird.

Das Tempo der fortschreitenden Eiablage richtet sich hauptsächlich nach der Witterung. Der ganze Brutgang mit seinen 30 bis 50 Eiergruben kann in zwei bis drei Wochen vollendet sein, es kann aber auch durch dazwischentretende Kälte der Fortgang der Eiablage verlangsamt, ja wochenlang ganz unterbrochen werden. Natürlich ist, entsprechend dem Verlauf der Eiablage, das zunächst der Rammelkammer gelegene Ei das älteste, das an der Spitze des Brutarms befindliche das jüngste. In einer dieser successiven Eiablage entsprechenden Aufeinanderfolge schlüpfen alsdann nach der etwa 10 bis 14 Tage währenden Embryonalentwicklung aus den Eiern die Larven, so daß, wenn innerhalb 15 Tagen die Vollendung des Brutgangs und die Ablage von 45 Eiern gleichmäßig geschehen würde, jeden Tag in einem Brutgang,

und zwar als Kinder eines Weibchens, etwa drei Larven aus den Eiern ausschlüpfen könnten. Und weiter: aus den Larven werden später ebenso successiv und ungleichzeitig nach etwa weiteren 15 Tagen Puppen und darans nach etwa acht Tagen Jungkäfer. Ein einziges Weibchen könnte daher später 15 Tage hindurch jeden Tag drei Jungkäfer aus der Brutstätte entlassen, vorausgesetzt, daß alle am Leben geblieben, und alle gleichmäßig herangewachsen waren, und daß die Witterung 15 Tage lang zurzeit des Ausflugs der 45 Jungkäfer gleichmäßig warm und sonnig gewesen wäre.

Jede ausschlüpfende Larve nagt sich einen Gang, den „Larvengang“, welcher ihre Fraßstätte bedeutet und später durch den abgegebenen braunen Kot auf der weißlichen Rinde markiert wird, der zugleich deutlich Auskunft gibt, wie rasch die Larve wächst; denn nicht nur seine Länge, sondern auch seine Breite wird immer beträchtlicher, je mehr die Larve an Umfang zugenommen hat. Dem Verlauf der Eiablage gemäß können in der Nähe der Rammelkammer schon nahezu vollendete Larvengänge sein, während am Brutgangende noch Eier gelegen sind.

Am Ende des Larvengangs wird eine Erweiterung, die „Puppenwiege“, genagt, in welcher die erwachsene Larve einige Tage ohne zu fressen liegen bleibt, und unter Kotentleerung und Häutung zur Puppe wird.

Ganz allmählich wandelt sich die Puppe zum Jungkäfer um, der zuerst noch weiß ist, nach und nach vom hellsten Gelb bis zum dunklen Braun sich verfärbt, in gleichem Tempo seine Chitingebilde erhärtet, sowohl die äußerlichen, als auch die inneren. Zu den letzteren gehören Teile des Darms und der Genitalien, vor allem der Kaumagen und das männliche Begattungsorgan. Dieses Heranreifen des Jungkäfers kann zwei bis drei Wochen in Anspruch nehmen, wobei der Jungkäfer, sobald seine Kauorgane erstarkt sind, auch feste Nahrung zu sich nimmt, dabei seine Puppenwiege erweitert oder gangartig weiterfrißt. Besonders umfangreich wird dieser Jungkäferfraß, wenn ungünstige Witterung die Entwicklung verzögert und den Ausflug hemmt, besonders daher bei den Spätbruten der Endsaison. Sobald der Käfer fertig ist und gutes Wetter herrscht, frißt er sich Löcher zum Austritt: die sog. Fluglöcher.

Das weitere Verhalten des Jungkäfers ist nun je nach den Gattungen verschieden. Bei den einen ist gleichzeitig mit der

Erstarkung der Chitinteile des Jungkäfers auch eine volle Reifung der Geschlechtsdrüsen eingetreten, so daß mit dem Ausflug auch der Fortpflanzungstrieb erweckt und alsbald befriedigt wird. Bei diesen Gattungen folgt gleichsam Anflug auf Ausflug, und zwar Anflug zum Zwecke der Fortpflanzung, zur Fertigung neuer Brutgänge, zu erneuter Eiablage für eine II Generation.

So machen es z. B. die Scolytinen und unter den Tomicinen unsere wichtigsten Arten, z. B. gerade der Buchdrucker. Am 4. August dieses Jahres konnte ich in Pfullendorf diesen Vorgang in überwältigender Weise beobachten. Die heißen Tage vorher hatten von Tag zu Tag neue Fichten zum Absterben gebracht, wobei sehr rasch die rote Verfärbung der Kronen eintrat. Jeder dieser Bäume entsandte Tausende von Jungkäfern, die sich Brutstätten suchten und dabei auch die frohwüchsigsten stärksten Fichten nicht verschonten. So ließ sich am genannten sehr heißen Tage beobachten, wie Hunderte von Typographus-Jungkäfern an gesunden stehenden Bäumen herumliefen, um Stellen zum Einbohren zu suchen. Daneben, am gleichen Stamm oder an benachbarten Fichten, zeigten sich in Brusthöhe schon eingebohrte Käfer. bald nur ein einziges Männchen in der Rammelkammer, bald eine zwei- bis dreiweibige Familie, bald schon junge Brutgänge und Eiablagen. Wenn man solche Fichten fällen ließ, konnte man oben am Kronenansatz schon weiter entwickelte Brutbilder mit begonnenen Larvengängen treffen.

Fast immer zeigte sich eine solche Differenz, mit anderen Worten: der Anflug begann oben und rückte allmählich nach unten weiter, und zwar am Einzelstamm mit einer zeitlichen Differenz von etwa 12 bis 14 Tagen. Daher müssen auch später die Jungkäfer oben zuerst reifen und auskommen, unten zuletzt und dazwischen alle Tage, wenn nur die Witterung es erlaubt.

Jene frisch eingebohrten Käfer bestanden größtenteils aus noch unvollständig ausgefärbten Jungkäfern, so daß sie eine II Generation der eben vollendeten I Generation darstellten. Die Art der lange sich hinziehenden Eiablage und die Art des verschiedenzeitigen Anflugs der Mutterkäfer am einzelnen Stamm und an den verschiedenen Bäumen eines Waldes, wo in sonnigen Lagen das Käferleben früher erwacht als in kälteren, an den Rändern und auf Blößen früher als im Inneren; alle diese Faktoren bringen es mit sich, daß sich der Übergang von der I. zur

II Generation nicht in wenigen Tagen, sondern in Wochen, ja Monaten vollzieht, und daß fast an jedem warmen und sonnigen Tage von Mai bis September ausschwärmende und anfliegende Borkenkäfer zu erwarten sind: zuerst im Frühjahr die nach und nach reif werdenden Jungkäfer von den Spätbruten des vorigen Jahres; dann vom Hochsommer an die Jungkäfer der I Generation der Saison und zuletzt gegen Ende September möglicherweise schon Jungkäfer einer II Generation.

Auf solche Weise drohen während der ganzen Saison aus- und anfliegende Borkenkäfer, falls die Witterung dies möglich macht. Die Borkenkäfer verlangen nämlich zum „Schwärmen“ je nach der Art ganz verschiedene Temperaturen. Einzelne Arten begnügen sich hierzu mit 9° C. und können bei uns schon im Februar, in Südfrankreich schon im Januar zum Schwärmen verlockt werden (z. B. *Hylesinus piniperda*). Solchen „Frühschwärmern“ steht gerade der große Fichtenborkenkäfer diametral gegenüber. Er ist ein Spätschwärmer und soll erst bei einer Temperatur, die 20° C. erreicht, aus seinen Verstecken hervorgelockt werden. Heuer ist diese Temperatur erst im Mai, und zwar in Karlsruhe am 1., 6, 12. und am 27. bis 31. Mai, in St. Blasien überhaupt erst vom 28. bis 31. Mai erreicht worden. In Herrenwies kam nach den Beobachtungen des Anflugs der 12. und 27. bis 31. Mai in Betracht. Das waren die ersten Schwärmtermine des abgelaufenen Jahres.

Da der Juni, Juli und Anfang August recht günstig, warm und sonnig verlaufen sind, so war die I Generation von der zweiten Hälfte des Juli an ausflugreif und schwärmbereit geworden, so daß die II Generation schon mit ihren ersten Familien Ende August in das Übergangsstadium von der Puppe zum Jungkäfer gelangt war. Allein der Schluß der Saison war heuer so ungünstig, wie der Anfang im Mai. September und Oktober waren sehr kühl, und so brachte es die II Generation heuer in den recht warmen Tagen des 26., 28. und 29. September wohl noch zu den Vorarbeiten zum Ausflug, zum Fertigen von Löchern und zum Auswurf von Bohrmehl, wahrscheinlich aber nicht mehr zum wirklichen Ausflug.

Ein und dieselbe Art, wie z. B. unser Buchdrucker, bringt es nicht jedes Jahr bis zur Vollendung der Vorläufer der II Generation. So war 1903 ein so ungünstiges Jahr, daß die

I Generation, statt wie heuer in zwei Monaten, also von Ende Juli an, in der Hauptsache erst im folgenden Frühjahr geschlechtsreif geworden war. Wäre andererseits heuer der Mai und September günstig gewesen, so würden noch die Anfänge einer III Generation ermöglicht worden sein.

Wir haben schon oben erwähnt, daß bei manchen Gattungen der Borkenkäfer die Geschlechtsreife keineswegs synchronisch mit der Erstarkung der Chitinteile verläuft. Bei diesen Formen hat infolgedessen der ausfliegende Jungkäfer weder den Trieb, noch die Fähigkeit zur Fortpflanzung erlangt. Diejenigen Jungkäfer der I Generation solcher Arten, welche im Hochsommer auskommen, treiben sich alsdann herum, um für ihre Ernährung zu sorgen, sie treiben gleichsam Allotria-Fraß.

Die einen, wie *Myelophilus piniperda* und *minor,* kriechen in die frischen Triebe der Kiefern, fressen da die Markröhre aus (daher ihr Gattungsname), töten dadurch die Triebe, welche alsdann bei den nächsten Stürmen, oft schon im August, meist erst im Oktober, zu Boden fallen, diesen im Umkreis des Stammes bedecken, während die Krone des Baumes gelichtet wird. Wegen dieser Ausschaltung zahlreicher Triebe heißen die Käfer seit Alters auch Waldgärtner. Eine andere Art, *Hylesinus fraxini*, bohrt sich in Eschenrinde und erzeugt oder befördert jene krebsartigen Wucherungen, die „Eschenrosen“ genannt werden. Wieder andere fallen über junge Nadelholzpflanzen her, es sind die sogenannten wurzelbrütenden Hylesinen, welche als Larven unschädlich, als Käfer durch Benagen und halb minierendes Platzfressen in der Rinde, teils unter, teils über der Erde, in ähnlicher Weise kulturverderblich wirken, wie der große braune Rüsselkäfer (*Hylobius*). Forstlich ist das Verhalten beider das gleiche und zufälligerweise zeigen auch gerade diese Wurzelbrüter die größte gestaltliche Ähnlichkeit mit den Cossoniden, der Übergangsgruppe zu den Rüsselkäfern.

Alle diese Allotria treibenden, sexuell noch unreifen Käfer zählen nach unserer bisherigen Kenntnis zu den Hylesiniden. Sie gehen wohl in der Mehrzahl später in Winterverstecke und werden erst im folgenden Frühjahr geschlechtsreif, haben daher normal nur eine Generation im Jahre. Es gibt aber auch Arten, die nur gelegentlich und nicht normal solchen schädlichen Allotria-Fraß verüben, auch *typographus* ist dazu fähig, insbesondere die

Jungkäfer von Spätbruten, die wahrscheinlich durch vorübergehende Sonnenhitze in der Spätsaison herausgelockt wurden, und, infolge der kühlen Witterung noch nicht fortpflanzungsreif, unregelmäßige geweihartige Gänge in der Rinde gesunder Stämme nagen können.

Die Entscheidung der Generationsverhältnisse bietet gerade bei den Borkenkäfern besondere Schwierigkeiten, und so kam es, daß selbst bei einer so gemeinen Art, wie dem Buchdrucker, der seit Jahrhunderten verheerende Schädigungen der Wälder verursacht hat, neuerdings Zweifel auftauchen konnten, allerdings mit Unrecht.*

Eine sehr wichtige Frage ist auch die über das Schicksal der Mutterkäfer nach der Eiablage. Auch darin scheinen sich die Borkenkäfer nicht einheitlich zu verhalten. Bei einem Teil sind die Mutterkäfer langlebig und können nach Absolvierung ihrer ersten Brut zur nochmaligen Eiablage schreiten, sind also in ähnlicher Weise langlebig wie manche Rüsselkäfer (*Hylobius*, *Pissodes*). Bei anderen scheint eine zweite Fortpflanzungsperiode normal nicht vorzukommen, die Lebensenergie mit der einmaligen Fortpflanzung zu Ende zu sein, wenn auch einzelne, wohl jüngere Mutterkäfer Versuche zu weiterer Brutablage machen können. Gerade ein heuriges Experiment hat gezeigt, daß von 84 Elternkäfern, die etwa einen Monat nach dem Beginn der ersten Eiablage, etwa im Puppenstadium der Brut, den Muttergängen entnommen worden waren, nur ein einziges Weibchen einen abnormen Brutgang zustande gebracht hatte, worin nur drei Eier wirklich zu Larven geworden sind. Gerade diese Ausnahme, die deutlich die Schwächung der Fortpflanzungskraft kundgibt, scheint hier die Regel nur zu bestätigen. Für die Praxis der Begegnung hat diese Frage eine wesentliche Bedeutung, da wir in jugendlichen Stadien der Brut das Verbrennen der Rinde ersparen können, wenn wir auf die Mutterkäfer keine Rücksicht zu nehmen brauchen.

Die früheren Betrachtungen haben uns gezeigt, daß ein Teil der Borkenkäfer imstande ist, Generation an Generation, Brut an

* Näheres in meinen neuesten Aufsätzen: Der Fichtenborkenkäfer (*Tomicus typographus* L.) im Jahre 1905 in Herrenwies und Pfullendorf. Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstw. 1905, und: „Nachwort hierzu“ ebenda 1906.



Brut anzureihen, wenn die Witterungsverhältnisse günstige sind. Zu ihnen gehört vor allen der Buchdrucker und einige andere Tomicinen der Kiefer, Fichte, Tanne und Lärche.

Die Fruchtbarkeit des einzelnen Weibchens ist keineswegs bei den Borkenkäfern eine sehr bedeutende. Fünfzig Eier für jedes Weibchen ist eine schon hochgegriffene Mittelzahl. Diese Zahl ist im Verhältnis zu anderen Insekten eine mittlere. Wir finden dies nach einem Grundgesetz der organischen Natur, dem Gesetz der Sparsamkeit, auch begreiflich, weil die Natur die Borkenkäferbrut ganz besonders geschützt hat, indem das Weibchen seine Brutgänge minenartig im Inneren der Holzgewächse anlegt. Wir kennen daher auch recht wenig Feinde der Borkenkäfer im Verhältnis zu den offenlebenden Insekten, insbesondere den forstschädlichen Großschmetterlingen. Imagines und Larven, Puppen und Eier sind gegen Wirbeltierfeinde fast völlig geschützt, nur Spechte können gelegentlich in Betracht kommen, doch verschmähen diese die kleineren Larven und leisten bei den Nadelholz-Borkenkäfern fast nichts. Dagegen gibt es eine Anzahl von Insekten, insbesondere Käfer und Schlupfwespen, welche teils räuberisch, teils parasitisch die Borkenkäferbrut heimsuchen. Die Räuber, insbesondere der Ameisenkäfer (*Clerus formicarius*), namentlich seine rosafarbige Larve, sodann mehrere Staphyliniden, Nitiduliden und Vertreter anderer Familien kriechen in die Mutter- und Larvengänge, um Eier, Larven und Puppen zu überfallen und zu verzehren. Nicht zahlreich sind die Borkenkäfer-Schlupfwespen. Auch Pilzkrankheiten spielen keine erhebliche Rolle bei den Borkenkäfern. Im ganzen leisten Räuber und Parasiten, insbesondere bei Massenvermehrungen, äußerst wenig, weshalb eine Borkenkäfer-Kalamität auch nicht nach etwa drei Jahren wie bei den großen Kiefernspinner-, Nonnen- und Kiefernspanner-Kalamitäten infolge Übervermehrung ihrer Feinde ein natürliches Ende findet, sondern, soweit wir wissen, ins Endlose fortwütet, so lange Gelegenheit geboten wird. Infolge Mangels an Feinden sind auch die „eisernen Bestände“ der Borkenkäfer viel größer, als bei vielen andern schädlichen Insekten.

Jahr aus Jahr ein hausen sie in unterdrückten und kränkelnden Stämmen, in liegen gebliebenen Hölzern der jährlichen Holzhiebe, in Wind- und Schneebrüchen.

Wie groß der eiserne Bestand gerade bei *Typographus* ist, beweist die Tatsache, daß selbst im relativ gepflegten Walde zur rechten Zeit und am richtigen Ort hingelegte Fangbäume normal sofort befallen werden, indem sie durch den Duft ihrer welkenden Rinde die vorhandenen Scharen des eisernen Bestandes aus der Nachbarschaft herbeilocken, und zwar nicht in vereinzelten Individuen, sondern in Massen. Im Verlaufe einiger Tage pflegt ein solcher Fangbaum, von oben nach unten fortschreitend, besetzt zu sein.

In welchen Massen die Mutterkäfer an einen Baum zur Brutablage anschwärmen, hat gerade bei *Typographus*, dem allerwichtigsten Schädling, schon frühzeitig das Interesse erweckt. Ratzeburg erwähnt 1837 in seinen Forstinsekten (1. Band, S. 148) eine Zählung und Berechnung v. Sierstorpffs, wonach eine einzige Fichte 23 000 „Paare", also ebensoviel ♀ Mutterkäfer, aufzunehmen vermöchte. Wir haben heuer in Pfullendorf auch eine Berechnung versucht. Ich zählte an einem etwa 28 cm langen und 14 cm breiten Rindenstücke (= ca. 0,04 qm) 30 Muttergänge, also 30 Weibchen. Für eine ca. 90jährige Fichte mit Käferbesatz bis zu 28 m Höhe und einem mittleren Durchmesser von etwa 32 cm würden sich darnach pro Stamm etwa 20 000 Weibchen ergeben. Falls jedes Weibchen 50 Nachkommen erzeugen würde, könnte darnach etwa eine Million Jungkäfer aus einer einzigen starken Fichte ausfliegen.

Natürlich wird nur eine beträchtlich kleinere Zahl zum wirklichen Ausflug gelangen, da sich die Mutter- und Larvengänge oft gegenseitig drängen und manche Larven nicht zur Entwicklung gelangen, abgesehen von der Wirksamkeit der Borkenkäferfeinde.

Im Vergleich zu dieser Berechnung nach der Zahl der angeflogenen Weibchen will ich noch eine Berechnung v. Bergs (1836) mitteilen. Er zählte die Nachkommen und fand an einem Rindenstück von 12″ im Quadrat, also auf ca. 0,1 qm 1220 Stück völlig entwickelter Larven und Puppen. Daraus würden sich für obige Fichte mit ca. 28 qm Rindenfläche rund 28 × 12 200 = 341 600 Stück ergeben, also etwa ein Drittel der obigen Berechnung. Es ist jedoch wahrscheinlich, daß die wirkliche Gesamtzahl noch wesentlich geringer ist.

Nehmen wir pro Hektar in einem 90jährigen Fichtenbestande 200 Stämme obiger Dimensionen an, so würden sich pro Hektar

200 × 341 600, also rund 68 Millionen Jungkäfer ergeben. Schreiten diese sofort zur II Generation, so würde unter der Voraussetzung, daß darunter 40 Millionen Weibchen wären und jedes etwa 25 Jungkäfer erzeugte, die II Generation pro Hektar schon eine Milliarde Jungkäfer liefern. Diese Zahlen werden einigermaßen erläutern, wie rapid die Borkenkäfervermehrung fortschreiten und zu welcher Größe sie anwachsen kann.

Wir haben gesehen, daß die Fruchtbarkeit der Borkenkäfer keineswegs eine besonders große ist, daß jedoch ihre Vermehrungsziffer infolge ihrer geschützten Lebens- und Fortpflanzungsweise und infolge der stetigen von Feinden wenig gestörten Zunahme langsam aber sicher zu bedeutender Höhe anwachsen kann. Auch die Ungunst der Witterungsverhältnisse kann nur verzögernd, nicht aber vernichtend, wie z. B. bei Raupenkalamitäten oder bei Schädigungen durch Pflanzenläuse, die Vermehrung beeinflussen. Nässe und Kälte tun den Borkenkäfern über Winter kaum wesentlichen Abbruch. Keine Seuche, keine Parasitenvermehrung vermag ihrer Massenvermehrung ein zeitliches Ziel zu setzen. Jahr für Jahr schreitet dieselbe fort, wie die furchtbaren Verheerungen aus vergangener Zeit zur Genüge gelehrt haben.

Zu Ende des 17. und Anfang des 18. Jahrhunderts herrschten große Waldverheerungen in den Fichtenwäldern Mitteldeutschlands. Dann begann wieder, insbesondere im Harz 1772, eine Besorgnis erregende Überhandnahme, die 1781 bis 1783 ihr Maximum erreichte, und erst gegen 1787 erlosch. Im Zellerfelder Forstdistrikte wurden damals etwa drei Millionen Stämme durch den Borkenkäfer zum Absterben gebracht.

Ziemlich neu ist die Borkenkäferverheerung 1869 bis 1875 im Bayerischen- und Böhmerwald. Im letzteren waren allein in vier Bezirkshauptmannschaften 104 100 ha (Badens Staatswaldungen umfassen ca. 94 000 ha) befallen, und mußten 2,7 Millionen Fest meter Holz mit über 8000 zum Teil von auswärts requirierten Arbeitern aufbereitet werden.

Fast unbedeutend erscheint dagegen die neueste Borkenkäferkalamität in unserem Lande, wo in Pfullendorf in dem am meisten heimgesuchten etwa 194 ha großen Distrikt Falken von 1903 bis jetzt etwa 26 000 Festmeter dem Käfer zum Opfer gefallen sind Insbesondere sind in der etwa 30 ha großen Abteilung 7 fast alle 80jährigen und älteren Bestände mit über 10 000 Fm ge-

tötet worden, so daß dort nur noch 100 Fm dieser Altersklasse stehengeblieben sind.

Trotz dieser Vorkommnisse aus alter und neuester Zeit dürfen wir doch behaupten, daß die Borkenkäfer unter normalen Verhältnissen ungefährliche Parasiten des Waldes sind. Sie unterscheiden sich in dieser Hinsicht sehr wesentlich von den Schädlingen aus anderen Insektenordnungen, insbesondere von den in der Gesamtwirkung so ähnlichen Großschmetterlingen.

Die Borkenkäfer sind „sekundäre", die Großschmetterlinge „primäre" Feinde. Die Borkenkäfer vermeiden, wie wir früher gesehen haben, unter normalen Vermehrungsverhältnissen die gesunden und vollsaftigen Bäume, die Nonnenraupe und die Raupen anderer Großschmetterlinge fressen dagegen zu allen Zeiten die Nadeln und Blätter gesunder und frohwüchsiger Bäume mindestens ebenso gern als diejenigen der geringeren Wüchse.

Die Veranlassungen für eine Borkenkäferkalamität müssen der sekundären Natur der Borkenkäfer wegen ganz anderer Art sein, als z. B. diejenigen für eine Nonnenkalamität. Zwar liegt bei beiden Feinden die eigentliche Ursache in der abnormen Vermehrung der eisernen Bestände. Bei den meisten Borkenkäfern ist aber der eiserne Bestand stets relativ hoch, bei der Nonne dagegen normal so niedrig, daß in einzelnen Jahren selbst für Geldangebote kaum eine Nonne aufgetrieben werden kann.

Die Ursache der abnormen Vermehrung des eisernen Bestandes, also die Veranlassung zur Kalamität wird für die Borkenkäfer durch übermäßige Anhäufung ihres Fraß- und Brutmaterials also durch Stehenlassen absterbender Hölzer, durch Liegenlassen nicht entrindeter Stämme des Holzhiebs, der Windwürfe, Wind- und Schneebrüche oder aber durch allerlei Schädigungen der Gesundheit der Bestände bewirkt, wodurch kränkelnde Stämme, also normale Brutstätten für Borkenkäfer geschaffen werden. Die Veranlassung zur Nonnenkalamität wird dagegen einerseits durch besonders günstige Witterung während mehrerer sich folgender Jahrgänge, insbesondere im Frühjahr geschaffen, andererseits durch allerlei Faktoren, welche die bei der Nonne so sehr wirksamen Feinde benachteiligen.

Es liegt in der Natur der Sache, daß auch zur Vorbeugung einer Borkenkäferkalamität ganz andere Mittel ergriffen werden müssen, als zur Vorbeugung einer Nonnenkalamität. Ebenso

kann der Einfluß, der dem Wirtschafter zur Verhinderung einer Kalamität zu Gebote steht, hier und dort nicht der gleiche sein. Beim Borkenkäfer muß alles darauf ankommen, kränkelnde und absterbende Hölzer, also die Fraß- und Brutstätten so rasch und so viel wie möglich aus dem Walde zu entfernen. Gelingt dies, kann der relativ hohe eiserne Bestand dadurch in Schranken gehalten werden, dann bleibt der Borkenkäfer ungefährlich. Bei der Nonne und bei anderen primären Feinden kann der Wirtschafter auf die Fraßstätten, das heißt auf die Gelegenheiten zur Ernährung und Fortpflanzung keinerlei Einfluß ausüben, der ganze gesunde Wald steht eben den primären Feinden offen und zur Verfügung, den sekundären normal nur der kranke und absterbende Teil des Waldes.

Auch kann der Wirtschafter die Faktoren der Vermehrung der eisernen Bestände bei den primären Schädlingen kaum beeinflussen, die Witterungsverhältnisse gar nicht, die Feinde der Schädlinge nur wenig. Hier bleibt ihm nur die Möglichkeit, mit allen Mitteln der Vertilgung die rechtzeitig entdeckte Vermehrung der eisernen Bestände, die sogenannten Fraßherde, zu verfolgen und die Vermehrungsziffer dadurch herabzudrücken. Dieses letztere Mittel steht dem Wirtschafter den Borkenkäfern gegenüber in viel wirksamerer Weise zur Verfügung, sei es durch die direkte Vernichtung der gefundenen Brutstätten, sei es auf indirektem Wege durch Anlockung mittelst Fangbäumen und nachträgliche Vernichtung.

Auch in bezug auf die Hilfsmittel der Erkennung einer Anschwellung der eisernen Bestände ist die Arbeit für den Wirtschafter hier und dort eine sehr verschiedene. Bei den primären Feinden muß durch entomologische Beobachtung während des ganzen Jahres geprüft werden, ob das Insekt seine normale Vermehrungsziffer überschritten hat, bei den Borkenkäfern bedarf es nur zu gewissen Zeiten des Kontrollmittels der Fangbäume, an denen mit Leichtigkeit der quantitative Befall und damit der jeweilige Stand dieser Feinde für jedes Waldgebiet festgestellt werden kann.

Aus allem diesem geht hervor, daß der Wirtschafter, falls nicht außergewöhnliche Naturereignisse, wie z. B. ausgedehnte sich wiederholende Stürme auftreten, und falls die nötigen Mittel an Geld und Arbeitskräften zur Verfügung stehen, unter Voraus-

setzung rechtzeitiger Erkennung und richtiger Inangriffnahme der zu Gebote stehenden Mittel, den Ausbruch einer Kalamität verhüten kann. Gefährlich wird der Borkenkäfer erst dann, wenn er sich in seinen ihm zusagenden Brutstätten zu einer solchen Höhe hat vermehren können, daß er dadurch gezwungen wird, primär zu werden, weil die Milliarden hungernder und brünstiger Käfer jetzt keine genügenden Brutstätten ihrer Wahl mehr finden können. Manche solcher Käfer, von ihren unabweisbaren Instinkten getrieben und nirgends mehr das zusagende Material findend, werden zwar in der saftigen Rinde der gesunden Bäume ihren Tod durch Ersticken finden, aber auch die Bäume werden dadurch, zunächst platzweise, zum Kränkeln gebracht. Solche kränkelnden Stellen locken andere Käferscharen heran und schließlich obsiegt die Menge. Es ist dasselbe wie beim Kampf der Volksmassen gegen die reguläre bewaffnete Macht. Auch die letztere muß schließlich der Masse weichen.

Nun scheint bei dem Ansturm der Borkenkäfermassen ein wesentlicher Unterschied für die I und für die II Generation zu bestehen, insofern, als die erstere die Bäume vollsaftiger trifft, als die zweite. Nach meinen Beobachtungen in Pfullendorf am 4. August 1905 hatte kaum mehr ein Kampf bestanden zwischen dem Käfer und dem gesunden stehenden Baum. Die hohe Wärme hatte dem Borkenkäfer eine enorm erhöhte Lebensenergie verliehen, während der Baum unter dem für ihn keineswegs günstigen Einfluß der trockenen Hitze gestanden war. Ist erst der Fall eingetreten, in welchem der Borkenkäfer trotz seines stets sekundären Charakters infolge seiner Masse effektiv primär geworden ist, und auch die frohwüchsigsten und gesündesten Stämme nicht mehr verschont, auch in immer jüngere Bestände herabgeht, dann bleibt kein anderes Mittel übrig, als dem Borkenkäfer gleichsam voraneilend, alle befallenen Stämme niederzuhauen und unschädlich zu machen, noch ehe der Jungkäfer zum Ausflug gelangt ist, also ihm in der Niederwerfung der Stämme gleichsam den Rang abzulaufeu und zuvorzukommen. Sehr wichtig ist in diesem Falle die rechtzeitige Erkennung des Befallenseins der Bäume.

Da die Mutterkäfer das Bohrmehl aus ihren Gängen herausschaffen, so fällt von zahllosen Stellen der Rinde so lange feines Bohrmehl herab, als am Baume Brutgänge genagt werden, also

nach früherem, am einzelnen Gang zwei bis drei Wochen lang, am ganzen Baum etwa zwölf Tage länger. So lange also kann der Befall des Baumes durch Borkenkäfer relativ leicht erkannt werden, sei es durch die direkte Beobachtung des Herabrieselns des Bohrmehls (insbesondere gegen die Sonne), sei es durch die Feststellung seiner Ansammlung an allerlei Stellen am Baum und am Boden, insbesondere an Moos und Flechten, an den Schuppen der Borke, in Astwinkeln, Spinngeweben. Durch Regenfälle kann dieses sonst so sichere Kriterium verwischt werden, und später hört es von selbst auf, sobald die Mutterkäfer ihre Gänge vollendet haben. Alle anderen Kennzeichen zur Feststellung des Befalls haben nicht die Sicherheit und damit nicht die Bedeutung des Bohrmehlausfalls. Die als befallen erkannten Bäume müssen gefällt und unschädlich gemacht werden.

Unsere vorausgegangenen Betrachtungen haben uns gezeigt, daß die Borkenkäfer als Feinde der Wälder einen ganz anderen Charakter tragen, als die so gefährlichen Großschmetterlinge. Diese Verschiedenheit ist tief begründet in ihrem ursprünglich sekundären Charakter und ist ein Segen für unsere Wälder. Wären diese verborgen hausenden minierenden Zwerge, denen infolge ihrer Lebensweise kein einziger wirksamer Feind, weder aus der organischen, noch aus der unorganischen Natur gegenübersteht, primär wie die Nonne oder der Kiefernspinner, so würde ihre Gefährlichkeit eine ungeheure sein, und es stünde uns kein Mittel gegen sie zur Verfügung. So aber können wir sie als Liebhaber der kränkelnden und welkenden Stämme durch Fangbäume nach Belieben anlocken und vertilgen, und dadurch jederzeit in Schranken halten und es ist uns stets wenigstens die Möglichkeit gegeben, jene Krisis zu vermeiden, bei welcher der sekundäre Charakter in den primären übergeht.

Beiträge zur Kenntnis der Radioaktivität der Mineralquellen

von

Geheimerat Dr. C. Engler.

Nach einem am 17. November 1905 im Naturwissenschaftlichen Verein Karlsruhe (Sitzungsberichte, 19. Band) gehaltenen Vortrage. Mit Ergänzungen durch neuere Versuche.

Als Liebig von seinem Arzte, Obermedizinalrat Dr. Pfeufer, einst geraten wurde, zur völligen Beseitigung der Nachwirkungen eines Beinbruches das Bad Gastein zu besuchen, meinte er ablehnend[1]: „Das Wasser habe ich ja untersucht und gar keinen besonderen chemischen Bestandteil darin gefunden, der eine Heilkraft entwickeln könnte." Der Arzt bestand aber auf seinem Rat, Liebig ging nach Gastein und kam geheilt zurück, worauf er jenem bemerkte, „chemische Ursachen kann das nicht haben, nur physikalische; es müssen magnetisch-elektrische Verhältnisse obwalten, welche so heilsam einwirken". In der Tat, auch diesmal hatte der Altmeister recht, denn sind es auch in vielen Quellen, wie z. B. Karlsbad, Wiesbaden, Epsom, Kreuznach, Kissingen, Adelheidsquelle, Griesbach u. a. m., jedenfalls in erster Reihe die darin gelösten Salze mit Gehalt an Glaubersalz, Bittersalz, Eisen-, Jod-, Brom-, Schwefel- u. a. Verbindungen, auf denen ihre heilkräftige Wirkung beruht, so gibt es doch auch eine große Zahl von Mineralquellen, deren therapeutischer Wert auf solche Bestandteile entweder gar nicht oder doch nur zum Teil zurückzuführen ist, zu denen vor allem eine ganze Reihe von Thermalwassern, wie die von Gastein, Baden-Baden, Wildbad, Badenweiler, Battaglia, Bath, Plombières und sehr viele andere Thermal- und Mineralquellen, zu zählen sind, weil sich in denselben nur wenig oder gar keine Substanzen finden, die als Ursache ihrer Heilwirkungen angesehen werden können. Seit der Entdeckung des Radiums und der Erkenntnis der Tatsache,

[1] v. Völderndorff „Harmlose Plaudereien eines alten Münchners" N. F. p. 287.

daß die von ihm ausgestossene Emanation fast überall in der Erdkruste zu finden, aber in den einzelnen Teilen derselben, so insbesondere auch in den Mineralquellen, sehr verschieden verteilt ist, befestigte sich immer mehr die Ansicht, daß sehr viele Heilquellen ihre Wirkung dem Radium, richtiger wohl der in dem Wasser derselben gelösten Emanation und der von dieser ausgehenden elektrischen Strahlung verdanken. Es ist doch auch wohl kaum nur ein Zufall, daß gerade viele Quellen, deren Wasser besonders arm an wirksamen „chemischen Bestandteilen" sind, sich aber dafür durch hohe Radioaktivität auszeichnen, zu den altberühmtesten Gesundbrunnen gehören. Im Laufe der Jahrhunderte und Jahrtausende hat der Mensch auf dem Wege des Probierens und rohester Empirie doch allmählich — das lehrt auch die geschichtliche Entwicklung der Arzneimittellehre — herausgefunden, was ihm gut tut und für bestimmte Leiden und Gebrechen Heilung bringt.

An einzelnen Heilquellen hatte man zwar schon vor langer Zeit gewisse Symptome „elektrischer" Eigenschaften wahrgenommen [1], so insbesondere an denen von Gastein (1828) durch Baumgärtner und Marian Roller in bezug auf die raschere elektrolytische Zersetzung und die Bildung von relativ größeren Mengen von Wasserstoff als bei gewöhnlichem Wasser, ferner auch durch Scoutetten, welcher glaubte, gefunden zu haben, daß die Mineralwasser, z. B. das von Plombières, im Gegensatz zu gewöhnlichem Bachwasser elektronegativ seien, u. a. Aber diese vereinzelten, zum Teil auch nur von Dilettanten gemachten Wahrnehmungen, fanden keine Beachtung bei der zünftigen Wissenschaft, und es ging, wie es schon so oft gegangen ist: man sieht den Grund nicht ein und glaubt es nicht.

Nun kam das Radium. Nachdem Becquerel im Jahre 1896 die Uranstrahlen (Becquerelstrahlen) entdeckt hatte, gelang bald darauf dem Ehepaar Curie die Isolierung des Radiums und der Nachweis der Existenz eines zweiten radioaktiven Elementes, des Poloniums; weitere folgten: das Radiotellur von Marckwald, das Actinium von Debierne, das Emanium von Giesel, das Radioblei von K. Hofmann, in neuester Zeit das Radiothor von Elster und Geitel, und unabhängig von diesen von Hahn und

[1] Siehe bei Laborde „Le Radium" Nr. 1, S. 2 u. 3.

Sackur, und andere mehr[1], deren Reihe noch nicht abgeschlossen ist. Daß das Uran selbst ebenfalls radioaktive Eigenschaften, wenn auch viel schwächere, besitzt, war von Anfang an bekannt. Ob dies auch vom reinen Thor gilt, ist neuerdings sehr fraglich geworden. Indessen scheint die Radioaktivität, wenn auch nur in minimalem Grade, auch bei anderen Metallen viel verbreiteter zu sein, als man bisher angenommen hatte.

Weitaus am besten studiert ist von den radioaktiven Stoffen das Radium, über welches eingehende Untersuchungen, außer von seinen Entdeckern, insbesondere vorliegen von Ramsay, welcher dessen Umwandlung in Helium entdeckte, von Crookes, J. J. Thomson, Rutherford und Soddy, die es uns vor allem in seinem physikalischen Verhalten und seinen Zerfallstadien kennen lehrten, von Elster und Geitel, denen wir die Kenntnis seiner allgemeinen Verbreitung und der Methoden seiner Auffindung und genauen Bestimmung verdanken u. A. Ein ganzes Heer von Physikern und Chemikern wandte sich in der Folge diesem neuen Mysterium der Wissenschaft zu und suchte zur Aufklärung des über demselben schwebenden geheimnisvollen Dunkels beizutragen. Auch die medizinische Wissenschaft lenkte in Erkenntnis der therapeutischen Bedeutung des neuen Stoffes demselben ihre Aufmerksamkeit zu.[2])

Reiht sich das Radium in seinem allgemeinen chemischen Verhalten den Elementen Calcium, Strontium und Barium an, so unterscheidet es sich von diesen und auch von allen übrigen Elementen aber aufs frappanteste durch seine Eigenschaft starker Strahlung, der es seinen Namen verdankt (radiare, strahlen). Es strahlt Licht aus, doch ist dies, wie die beiden Huggins festgestellt haben, kein Eigenlicht, sondern, wie das spektrale Verhalten beweist, Licht des durch lichtlose Strahlung zum Leuchten

[1] Inwieweit Polonium und Radiotellur, Actinium und Emanium sich voneinander unterscheiden, ist noch nicht sicher festgestellt.

[2] Verfasser wurde durch einen ihm übertragenen referierenden Vortrag über die Radiumfrage in der Generalversammlung des Vereins deutscher Chemiker (Frühjahr 1904) auf dieses neue Gebiet geführt. Zufolge eines Auftrages der Großherzogl. Badischen Regierung, die Badener Thermen einer erneuten genauen chemischen Analyse zu unterwerfen und dabei auch deren Radioaktivität festzustellen, wurden seine Untersuchungen speziell auf die Prüfung der Methoden zur Bestimmung der Aktivität der Mineralquellen im allgemeinen gelenkt.

gebrachten Stickstoffs der umgebenden Luft. Dagegen findet eine fortwährende direkte Ausstrahlung von Wärme statt, deren Menge ungefähr 100 Wärmeeinheiten pro Gramm und Stunde beträgt. Die Temperatur des Radiumpräparats selbst ist stets etwa 3° höher als die seiner Umgebung und mit einem kleinen Quantum desselben ließe sich ein ganzes Zimmer dauernd heizen. Wir haben somit in dem Radium gewissermaßen ein ewiges Lämpchen, das nie gespeist und einen kleinen Ofen, der nie geheizt zu werden braucht.

Die charakteristischsten Strahlen radioaktiver Stoffe bilden indessen die „Becquerelstrahlen“. Sie treten geradlinig aus, sind aber nicht homogen, können vielmehr durch die Wirkung des magnetischen Feldes in drei Strahlengruppen zerlegt werden: die α-Strahlen, die gleich den Kanalstrahlen aus positiv geladenen Korpuskeln der Größenordnung des Wasserstoffatoms bestehen und über 95 Proz. der Gesamtstrahlung ausmachen, die den Kathodenstrahlen nahestehenden β-Strahlen, aus negativen Korpuskeln niederer Größenordnung als die Atome ($\frac{1}{1000}$ bis $\frac{1}{2000}$ eines Atoms Wasserstoff), den Elektronen, gebildet, und die den Röntgenstrahlen entsprechenden γ-Strahlen.

Außer diesen Strahlen gibt das Radium eine Emanation ab, welcher alle wesentlichen Eigenschaften eines Gases zukommen. Sie verbreitet sich durch Diffusion in der Luft und in anderen Gasen, läßt sich durch Abkühlung verdichten, ist in Wasser, auch in anderen Flüssigkeiten, löslich und kann aus diesen durch Erhitzen wieder ausgetrieben werden. In einer emanationhaltigen Luft sinkt deren Menge in 3,7 Tagen auf die Hälfte herab, erhält sich aber auf gleicher Höhe, wenn das Radiumpräparat mit der Luft in Berührung bleibt, durch Nachbildung einer der zerfallenen Emanation entsprechenden Menge.

Indem die Emanation als solche verschwindet, „abklingt“, verwandelt sie sich in „induzierte Aktivität“ um, die sich gleich einem Hauch oder Rauch auf festen Körpern niederschlägt; in verstärktem Maße, wenn diese negativ geladen sind. Man kann auf diese Weise durch Einbringen eines auf etwa — 2000 Volt geladenen Bleidrahtes die induzierte Aktivität auf letzterem sammeln und wie einen festen Niederschlag, am besten mittels eines mit Ammoniak getränkten Lederlappens, abwischen. Aber auch die induzierte Aktivität klingt ab, und zwar sinkt sie in

ca. einer Stunde auf die Hälfte herab. Nach Durchlaufung einer Reihe weiterer Zerfallstadien bildet sie als Endprodukt in der Hauptsache Helium. Die meisten Übergänge von einem Zerfallstadium in ein folgendes sind mit Emission von Strahlen verbunden, wodurch der Mechanismus des Gesamtabbaues des Radiums (α-, β-, γ-Strahlung, Emanation und deren Zerfallphänomene) zu einem sehr komplizierten Vorgang wird.

Bei Unterscheidung verschiedener radioaktiver Stoffe ist man ganz besonders auf die Feststellung dieser Zerfallstadien angewiesen, da die einzelnen derselben gerade durch die „Lebensdauer" ihrer Zerfallprodukte charakterisiert und diese mittels des Elektroskopes leicht zu beobachten sind. Verschwindet von der Radiumemanation in 3,7 Tagen und von der daraus gebildeten induzierten Aktivität in einer Stunde die Hälfte, so klingt z. B. die Emanation des Radiothors schon in einer Minute auf die Hälfte ab, während seine induzierte Aktivität wieder viel beständiger ist und etwa 11 $^1/_2$ Stunden gebraucht, um sich um die Hälfte zu vermindern. Auch die Zahl der Zerfallstadien ist für die einzelnen radioaktiven Elemente verschieden.

Eine plausible Vorstellung über die Ursache der Strahlung radioaktiver Stoffe können wir uns nur bilden auf Grund der Annahme einer Selbstzersetzung der Atome derselben, deren aufgespeicherte sehr große innere Energie — etwa wie bei endothermen Verbindungen — in einem fortwährend verlaufenden Prozeß der Entladung begriffen ist. Während aber die Geschwindigkeit des Verlaufs chemischer Reaktionen durch Änderung der äußeren Bedingungen variiert werden kann, läßt sich der Gang dieser Strahlung nicht beeinflussen. Wenn man deshalb nach bisheriger Definition als Elemente solche Stoffe bezeichnet, die wir mit keinen Mitteln zerlegen können, so trifft diese Definition insofern auch noch auf die radioaktiven Stoffe zu, als diese in der Tat nicht nach Willkür des Experimentators zerlegt und in der Geschwindigkeit dieses Vorganges verändert werden können, dieselben vielmehr lediglich einer freiwilligen Zersetzung unterliegen. Dabei nehmen wir an, daß einzelne Atome des Elementes aus Ursachen, die wir nicht kennen, explosionsartig zerplatzen und dabei Energiestrahlen und Emanation ausstoßen. Die Geschwindigkeit der ausgeschleuderten Korpuskeln ist verschieden; die der α-Strahlen etwa 10 Proz.,

die der β-Strahlen 80—95 Proz. der Lichtgeschwindigkeit. Damit im Zusammenhang sowie mit der Masse der Korpuskeln steht ihr Durchdringungsvermögen, das für die γ-Strahlen größer ist als für die β-Strahlen und für diese wiederum erheblich größer als für die α-Strahlen. So wird die Intensität der Strahlung nach Rutherford um die Hälfte reduziert beim Durchgang der

α-Strahlen	durch	ein	Aluminiumblech	von	0,0005 cm Dicke
β-Strahlen	„	„	„	„	0,05 cm „
γ-Strahlen	„	„	„	„	8,0 cm „

Je dichter die Metalle und überhaupt die Materialien, desto weniger durchlässig sind sie.

Zu den charakteristischen Eigenschaften der von dem Radium ausgehenden Becquerelstrahlen gehört auch die Erregung der Fluoreszenz beim Auftreffen auf den Röntgenschirm, eine mit Platincyanbarium bestrichene Fläche, welcher dadurch hellgrün aufleuchtet, oder auf einen mit Sidotblende überzogenen Schirm, der dadurch ebenfalls aufleuchtet und das sogenannte Scintillieren zeigt. Dabei geht von den getroffenen Stellen ein kleiner Sprühregen heller Funken aus. Auch andere Stoffe, wie z. B. Quarz, Flußspat, gewisse Sorten Glas (besonders Thüringer), das dadurch eine wieder von selbst verschwindende violettbraune Farbe annimmt, werden durch Bestrahlung leuchtend, ganz besonders der Diamant, den man dadurch von Imitationen unterscheiden kann.

Ähnlich den Röntgenstrahlen und den ultravioletten Strahlen des Sonnenlichts zeigen auch die Radiumstrahlen photochemische Wirkung. Diese ist es ja auch gewesen, welche bei der Untersuchung des Verhaltens der Uransalze gegen lichtempfindliche Platten zur Entdeckung der Becquerelstrahlen und in weiterer Folge zur Auffindung des Radiums geführt haben. Man kann dieses Verhalten bis zu einem gewissen Grade zur Beurteilung der Stärke der Radioaktivität benützen, da eine photographische Platte bei völliger Abhaltung gewöhnlichen Lichts um so mehr geschwärzt wird, je reicher an radioaktiver Substanz und je radioaktiver der zur Einwirkung auf die Platte gebrachte Stoff ist. Es lassen sich auf diese Weise vollständige Lichtbilder, sogenannte „Radiographien“ erzeugen, bei denen ähnlich wie bei Röntgenphotographien, nur weniger deutlich, die durchlässigeren Teile auf dem positiven Bilde entsprechend heller erscheinen.

Außer dieser zersetzenden Wirkung auf die Silberverbindungen der lichtempfindlichen Platte zeigen die Radiumstrahlen noch eine ganze Reihe anderer chemischer Wirkungen: Wasser zerfällt in seine Elemente, jedoch merkwürdigerweise unter Entwicklung von etwas weniger als 1 Vol. Sauerstoff auf 2 Vol. Wasserstoff; Jodoform scheidet Jod aus, Papier wird gelb und brüchig usw.

Besonderes Interesse, zumal im Hinblick auf die therapeutische Verwertung des Radiums und seiner Emanation, nimmt seine physiologische Wirkung in Anspruch. Die Haut wird durch Radiumbestrahlung heftig angegriffen, „verbrannt", und Professor Curie zog sich, noch ohne Kenntnis dieser Wirkung, eine nur sehr langsam heilende Hautwunde dadurch zu, daß er ein Radiumpräparat einige Stunden ohne besonderen Schutz in der Tasche bei sich trug. Vor das geschlossene Auge gehalten, wird ein Lichtschein erzeugt, der auch von der Schläfe und dem Hinterkopf aus eintritt, indessen nicht infolge direkter Bestrahlung der Netzhaut, sondern indirekt durch fluoreszierendes Aufleuchten der Augenflüssigkeit. Bei längerer Einwirkung auf das Gehirn treten Lähmungserscheinungen auf, so daß Versuche dieser Art mit Vorsicht durchzuführen sind. — In stark radioaktivem Wasser sterben Fische, ebenso bei direkter Bestrahlung des Kopfes, Mäuse, kleine Vögel, Schmetterlinge u. a. kleine Tiere; Schmetterlingspuppen und Eier büßen ihre Entwicklungsfähigkeit ein. Besonders wichtig ist aber die experimentell nachgewiesene bakterizide Wirkung, da daraus auch auf die Möglichkeit einer Vernichtung von Krankheitserregern geschlossen werden kann. So glauben hervorragende Fachmänner schon günstige Wirkungen gegenüber Hautkrankheiten, Krebs, Rheumatismus, auch gegen Tollwut u. a. konstatiert zu haben; doch sind die Erfahrungen in dieser Richtung noch keineswegs abgeschlossen.[1]

Erreichen die Radiumstrahlen auch nicht die Intensität der Röntgenstrahlen — was übrigens in vielen Fällen nur ein Vorteil sein kann — und werden sie in der Chirurgie für Durchleuchtungszwecke die letzteren deshalb voraussichtlich auch nie ersetzen können, so zeichnen sie sich für andere Heilzwecke durch ihre mildere Wirkung und ihr infolgedessen relativ tieferes Eindringen

---

[1] Siehe darüber F. Bérnard (Bull. gén. d. Therapeut. 1906, Bd. 151 S. 582. Chem. Ztg. 1906, Rep., S. 210). Ferner Stegmann & Just (Wien. Klin. Wochenschrift 1906 No. 25).

ohne gleichzeitig zerstörende Wirkung aus, vor Allem aber auch durch die Leichtigkeit und möglichen Vielartigkeit der Applikation: durch Bestrahlen mittels aufgelegter Radiumpräparate, Injektion radioaktiver Flüssigkeiten, Trinken natürlich aktiver Mineralwasser, Inhalieren emanationshaltigen Gases, Bäder etc.

Eine der eigentümlichsten Eigenschaften der Radiumstrahlen besteht aber darin, daß sie die von ihnen getroffene Luft, auch andere Gase, elektrisch leitend machen. Ein in solche Luft gebrachtes geladenes Elektroskop verliert also seine Ladung, die Blättchen sinken zusammen. Dabei bilden sich durch die Wirkung der Strahlen aus einem kleinen Teil (nur etwa ein Millionstel) der gewöhnlichen Gasmoleküle positiv- und negativ-elektrisch geladene neue Aggregate, die komplexer Natur aber auch Atome sein können, und die trotz ihrer relativ geringen Anzahl ausreichen, um die Entladung eines in dem Gase befindlichen geladenen Körpers zu vermitteln. Man bezeichnet diese Teilchen gewöhnlich als Jonen, obgleich sie mit den gewöhnlichen Jonen dissoziierter Lösungen nichts zu tun haben. Nach ihrer Bildung bleiben sie nur kurze Zeit erhalten und gleichen sich nach wenigen Minuten aus.

Da die Geschwindigkeit der elektrischen Entladung abhängt von der Zahl der Elektrizitätsträger, diese letzteren aber wieder von der Intensität der Strahlung, so besitzt man in der Schnelligkeit der Entladung eines Elektroskopes durch das Medium eines durch Radiumstrahlen jonisierten Gases ein Mittel zur Beurteilung und Messung der Stärke der Radioaktivität. So lange ein Gas unter der Einwirkung derselben Strahlenquelle sich befindet, bleibt auch seine Jonisierung und Leitfähigkeit erhalten.

Bei der Bestimmung der Radioaktivität verschiedener Stoffe muß nun aber berücksichtigt werden, daß die gewöhnliche atmosphärische Luft schon eine geringe zerstreuende Wirkung besitzt. War man früher geneigt, diese Leitfähigkeit auf einen Gehalt der Luft an suspendierten kleinen Flüssigkeits- oder auch festen Teilchen wie Wasserdampf, Staub etc. zurückzuführen, so wiesen demgegenüber Elster und Geitel neuerdings nach, daß solche Suspensionen im Gegenteil die Leitfähigkeit verringern und daß auch ganz reine normale Luft an sich schon stets etwas jonisiert ist, also eine langsame Entladung des Elektroskopes herbeiführt.

Als Ursache erkannten sie die Anwesenheit von Emanation in der Atmosphäre, in welche sie durch Diffusion aus Bodenluft und in diese aus radioaktiven Bestandteilen der Erde gelangt. Letztere ist an verschiedenen Stellen je nach dem Gehalt der Materialien an radioaktiven Stoffen von sehr variabler Aktivität und dementsprechend natürlicherweise auch die damit in Berührung oder in Kommunikation stehende Luft. So findet denn auch in der Luft von Kellern, des Bodens, der Höhlen usw. unter Umständen starke Anreicherung der Radioaktivität statt, wie z. B. in der Baumannshöhle, deren Luft 7 bis 8 mal so aktiv ist, als die der freien Atmosphäre.

Aber auch abgesehen von lokaler Beeinflussung durch radioaktives Material der Erdkruste zeigen sich noch andere größere Verschiedenheiten. So z. B. findet in der Nähe des Meeres und auf großen Höhen raschere Entladung des Elektroskopes statt, als in gewöhnlicher Luft der Ebene. Und merkwürdigerweise scheinen, da das negativ geladene Elektroskop rascher entladen wird als das positiv geladene, auf den Höhen die positiven Elektrizitätsträger, welche die negative Elektrizitätsladung zerstreuen, viel reichlicher gebildet zu sein, als deren negative Antipoden. Man führt diese hohe Leitfähigkeit auf die Wirkung der schon in den hohen Luftschichten stark absorbierten ultravioletten Strahlen der Sonne zurück, wobei positive Träger entstehen.

Anders die hohe Leitfähigkeit der Luft gegenüber negativer Ladung in der Nähe des Meeres. Sie ist hier wahrscheinlich die Folge des Aufprallens der salzigen Teilchen des Meerwassers wobei nach einem Befunde Lenards vorwiegend positive Träger erzeugt werden, während reines, salzfreies Wasser dabei negative Träger liefert. Daher die erheblich stärkere Leitfähigkeit der Seeluft für negative Ladungen, der Luft in der Nähe von Wasserfällen dagegen für positive.

Die Bestimmung der Radioaktivität.

Die Stärke der Radioaktivität natürlicher Stoffe kann bei kräftiger Aktivität zwar annähernd nach deren Wirkung auf lichtempfindliche Platten, für stark aktive Präparate auch schon nach der Luminiszenzwirkung auf den Röntgenschirm beurteilt werden, für genauere,

Messungen von schwachaktivem Material eignet sich jedoch nur die Bestimmung aus der durch Strahlung und Emanation herbeigeführten Leitfähigkeitszunahme der Luft, die sich mittels eines empfindlichen Elektroskopes mit solcher Schärfe feststellen läßt, daß man dabei noch die Anwesenheit des 150 000 sten Teils derjenigen Quantität erkennen kann, die mittels des Spektralapparates noch wahrnehmbar ist.

Für solche Messungen kommen selbstverständlich möglichst empfindliche Elektroskope zur Anwendung, am meisten wohl das Exnersche, welches für die vorliegenden speziellen Zwecke von Elster und Geitel verbessert wurde. Aus der Geschwindigkeit, mit welcher das Elektroskop in einer emanationshaltigen durch die ausgesandten Becquerelstrahlen leitend gewordenen Luft entladen wird, beurteilt man unter Zugrundelegung bestimmter unten näher zu beschreibender Normalien die Stärke der Radioaktivität der bestrahlten Luft und daraus auch diejenige des Materials, welches mit der Luft in Berührung war.

Bestimmung der Radioaktivität des Wassers von Thermalquellen und anderen Mineralquellen. Zur Bestimmung der Radioaktivität eines Wassers kann man entweder nach dem Vorgange von J. J. Thomson, von Himstedt, Mache u. A. einen Luftstrom durch dasselbe hindurchleiten und darauf, da die Emanation wie jedes gelöste Gas von der durchströmenden Luft aufgenommen und mit fortgeführt wird, die Leitfähigkeit dieser Luft mittels des Elektroskopes feststellen, oder aber man kann das radioaktive Gas, um dessen Leitfähigkeit zu bestimmen, nach einer von Henrich benützten Methode durch Kochen des Wassers austreiben und in einem Behälter sammeln, oder endlich wird nach einem vom Verfasser in Gemeinschaft mit H. Sieveking zuerst angewendeten Prinzip das zu untersuchende Wasser in einem Blechbehälter mit dem Mehrfachen seines Volumens Luft durchgeschüttelt und dann die Leitfähigkeit dieser letzteren ermittelt. Da die auf wiederholter Zirkulation eines gleichen Volumens Luft durch das zu untersuchende Wasser basierte Messung der Leitfähigkeit mit ziemlichen Umständen verbunden ist und eine große Apparatur erfordert, auch relativ viel Zeit in Anspruch nimmt, ohne dabei besondere Gewähr für größere Genauigkeit zu bieten, wandten wir uns, nachdem wir einige Zeit nach der Zirkulationsmethode

gearbeitet hatten, der ausschließlichen Benützung des in folgendem geschilderten Apparates[1] zu.

Das Prinzip der Methode besteht darin, daß man in einem geschlossenen Behälter aus Metall eine bestimmte Menge des zu untersuchenden Wassers mit Luft kräftig durchschüttelt, so daß die Emanation zum Teil aus dem Wasser in die Luft übergeht und sich ein Gleichgewicht zwischen Wasser, Luft und Emanation herstellt, worauf man durch Einsenken des Zerstreuungskörpers eines Elektroskopes und Laden des letzteren die Leitfähigkeit der Luft ermittelt. Letztere muß um so leitender sein, je mehr Emanation sie aufgenommen hat, d. h. je radioaktiver das Wasser ist.

In beistehender Figur 1 ist der Apparat abgebildet: A ist eine Kanne aus Messingblech, außen am besten vernickelt, von 22 cm Durchmesser und 25 cm Höhe des zylindrischen Teils. Der konische Deckel ist 3 cm hoch und trägt den 6 cm weiten, 1,6 cm hohen Hals, auf dem der Deckel d sitzt. Letzterer ist massiv gehalten und dient zugleich als Fuß des aufgesetzten Elektroskops Exnerscher Konstruktion, in der von Elster und Geitel für vorliegende Zwecke abgeänderten Form. Der vertikale Stiel mit den Aluminiumblättchen hängt oben in einem isolierenden Bernsteinstopfen

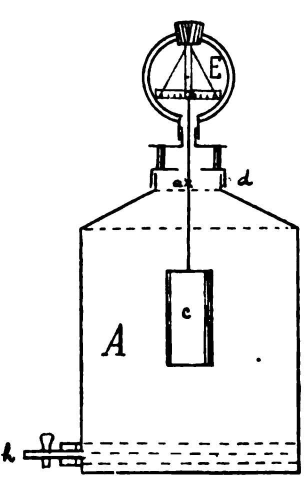


Fig. 1.

und verlängert sich nach unten in den Leitungsdraht, an den man bei a durch Bajonettverbindung den Zerstreuungskörper c anhängen kann. Hahn h hat den Zweck, für den Fall, daß in Folge Kohlensäuregehaltes beim Schütteln Überdruck in der Kanne entsteht, ein entsprechendes Quantum Wasser abzulassen. Der Gesamtinhalt der Kanne beträgt 10 Liter.

Für Durchführung einer Messung wird zunächst der Normalverlust bestimmt. Dazu gibt man bei abgenommenem Elektroskop 1 Liter destillierten oder eines anderen inaktiven Wassers in

[1] Der komplette Apparat, jetzt „Fontaktoskop“ genannt, wird von der Firma Günther und Tegetmeyer in Braunschweig geliefert.

Flasche A, verschließt mit einem großen Kautschukstopfen und schüttelt mäßig $^1/_2$ Min. lang, stellt die Flasche ruhig hin, setzt nach Ablaufen des Wassers das Elektroskop auf und lädt das letztere durch Berührung der Leitstange mittels eines geriebenen Ebonitstäbchens auf 200 bis 300 Volt. Bei der Kapazität unseres Apparates von 13,6 beträgt der Potentialabfall in gewöhnlicher Luft unter sonst normalen Verhältnissen 15 bis 30 Volt in der Stunde (Normalverlust).

Das zu untersuchende Wasser wird, sofern es nicht schon kalt ist, durch Abkühlung auf Zimmertemperatur gebracht und in genau abgemessener Menge in die Flasche gegeben. Bei mittelaktivem Wasser nimmt man 1 Liter, bei ganz schwach aktivem 2, bei stark aktivem Wasser $^1/_2$ beziehungsweise $^1/_4$ Liter; jedenfalls gehe man für genaue Messungen über einen Potentialabfall von 4000 Volt womöglich nicht hinaus. Nun wird wieder mit Stopfen verschlossen, $^1/_2$ Min. geschüttelt und genau so verfahren, wie bei Bestimmung des Normalverlustes. Von dem jetzt erhaltenen und auf 1 Stunde und 1 Liter Wasser umgerechneten Potentialabfall wird der Normalverlust in Abzug gebracht, der Restbetrag der im Wasser verbliebenen Emanation unter Zugrundelegung des Absorptionskoeffizienten, für gewöhnliche Temperatur 0,23, dagegen hinzuaddiert.

Wiederholt man nach nur kurzer Zeit die Messung, so findet man eine Zunahme der Leitfähigkeit, was durch die aus der Emanation gebildete „induzierte Aktivität", welche stärker zerstreuend wirkt, veranlaßt ist. — Die Korrektur der durch induzierte Aktivität hervorgerufenen Aktivitätszunahme wird in folgender Weise durchgeführt. Man leere nach beendigter Ablesung die Kanne, entferne sämtliche Luft durch Vollgießen der Kanne mit inaktivem Brunnen- oder Flußwasser, lasse das letztere wieder ablaufen und bestimme eine Viertelstunde nach der letzten Ablesung mit dem Versuchswasser neuerdings den Potentialabfall. Da die induzierte Aktivität des Radiums in $^1/_4$ Stunde auf 90 % des Anfangswertes sinkt, so hat man den gefundenen Aktivitätswert mit $^{10}/_9 = 1{,}1$ zu multiplizieren, um denjenigen Wert zu erhalten, den man für die induzierte Aktivität abzuziehen hat.

Nach dem Vorschlage H. Maches rechnet man den gefundenen Potentialabfall auf elektrostatische Einheiten (E. S. E = i)

um, multipliziert diese aber, um keine zu kleinen Zahlen zu erhalten, mit 1000 (Mache-Einheit $= i \times 10^3$).

Auch die Natur der Strahlung läßt sich mittels des beschriebenen Apparates ziemlich genau bestimmen. Man hat nur die Geschwindigkeit der Abklingung der induzierten Aktivität durch eine Reihe aufeinanderfolgender Beobachtungen festzustellen, um sie in einer Kurve graphisch darzustellen.

Genauer wird aber diese Feststellung, wenn man aus einer größeren Menge des Versuchswassers die Emanation mittels Luft auf dem Zirkulationswege in ein Blechgefäß von etwa 200 Liter hineintreibt, einen Bleidraht von ca. $^1/_2$ m Länge einsenkt, auf —2000 Volt oder mehr lädt und nun für die auf dem Drahte niedergeschlagene induzierte Aktivität die Abklingungskurve bestimmt. Nach dieser Methode wurde für das Wasser der Büttquelle in Baden-Baden die nebenstehende Kurve (Fig. 2) ermittelt und dadurch die Natur des in dem Wasser gelösten radioaktiven Stoffes als diejenige der Radiumemanation bestimmt.

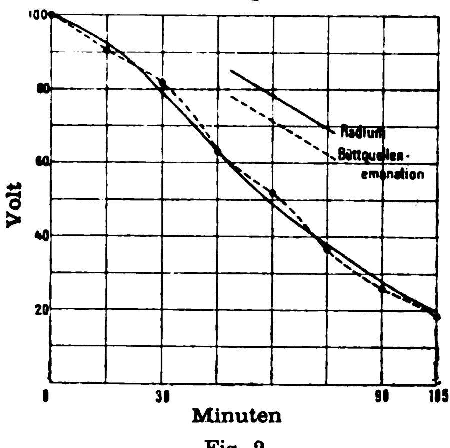
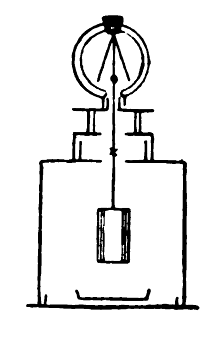


Fig. 2.

Wenn festgestellt werden soll, ob in einem Wasser neben Emanation auch noch Radium als solches in irgend einer Salzform gelöst ist, so wird dasselbe gründlich ausgekocht, wieder abgekühlt und in dem Apparat in gewöhnlicher Weise geprüft. Zeigt es jetzt oder nach einiger Zeit noch Aktivität, so rührt sie von gelöstem Radiumsalz her. In vielen Fällen lassen sich in aktivem Wasser ganz geringe Mengen davon nachweisen.


Fig. 3.

Bestimmung der Radioaktivität fester Stoffe. Dieselbe kann mittels des von Elster und Geitel angegebenen Apparates erfolgen, doch läßt sich dazu auch mit Vorteil das etwas

abgeänderte, oben beschriebene „Fontaktoskop" verwenden. Statt des fest mit der Kanne verbundenen Bodens zeigt die nebenstehende Figur 3 eine Messingplatte mit aufgesetztem Rand, über welchen ein weiter Blechzylinder gestülpt wird. Der obere Teil des Apparates hat dieselbe Einrichtung wie die Flasche für die Messung der Aktivität des Wassers. Die zu untersuchende feste Substanz wird auf einem Teller oder einer Schale ausgebreitet (Normalmenge 125 Gramm) und nun der Potentialabfall in gewöhnlicher Weise mittels des Elektroskopes beobachtet. Nach dieser Methode wurde eine Reihe von Quellsedimenten auf Radioaktivität geprüft.

Untersuchung der Quellsedimente der Thermen von Baden-Baden.

Der Schlamm der Thermen hat, wie wir wissen, schon in alter Zeit, ähnlich wie heute der Fango der Thermalquellen von Battaglia bei Padua, vielfach zu Heilzwecken gedient. In neuerer Zeit hat die Entdeckung von Elster und Geitel[1], daß in solchen Sedimenten radioaktive Stoffe sehr oft in weit größerer Konzentration wie in den meisten Erden und Mineralien vorkommen, erneut die Aufmerksamkeit auf diese Materialien gelenkt, deren beste Proben, wie z. B. diejenigen einiger Quellen von Baden-Baden, einen etwa hundertmal so großen Gehalt an radioaktiver Substanz zeigen, wie der Fango.

Der Schlamm setzt sich teils schon in den Quellenbecken selbst, vornehmlich aber in den Leitungen ab, die das Wasser der Quellen zu den Bädern führen. Merkwürdigerweise sind sowohl die von den verschiedenen Quellen desselben Thermalgebietes abgesetzten Sedimente als auch die von ein und derselben Quelle an verschiedenen Stellen der Leitung niederfallenden Schlamme von sehr verschiedener Beschaffenheit. Je weiter man sich vom Quellenaustritt entfernt, um so kalkreicher wird der Schlamm; in den letzten Sammelbehältern fällt fast reines Calciumkarbonat aus. Man kann annehmen, daß die Bildung des Schlammes von zwei Faktoren abhängt, dem Zutritt des Sauerstoffs der Luft einerseits und dem Verluste der in Form von Bikarbonaten halb gebundenen Kohlensäure andererseits. Dies erklärt die z. B. bei der Ursprung- und Kloster-

[1] J. Elster und H. Geitel, Phys. Zeitschr. V p. 321, 1904.

quelle auffällige Erscheinung, daß am Quellenaustritt ein dunkler, mangansuperoxydreicher, am Ende der Leitung ein heller, kalkreicher Schlamm ausfällt. Bei allen Quellen ist der zuerst ausfallende Schlamm am stärksten radioaktiv, was sich leicht dadurch erklärt, daß gelöste radioaktive Stoffe, wie man sehr oft beobachten kann, durch den ersten erzeugten Niederschlag zum größten Teil mitgerissen werden.

Die Verschiedenheit der Zusammensetzung der Sedimente der einzelnen Quellen zeigt folgende Tabelle, die die Resultate der auf meine Veranlassung durch die Herren Assistent Ed. Hoffmann (I, II, III), Schohl (IV) und Assistent Frommel (V) ausgeführten Analysen enthält.

100 g enthalten	Schlamm der				
	Friedrichs-Quellen	Ursprung-Quelle	Kloster-Quelle	Kirchen-Quelle	Freibad-Quelle.
$Ba\,SO_4$ . . .	0,660	0,400	2,404	—	4,769
$Ca\,SO_4$ . . .	0,952	0,942	4,464	1,348	4,314
$Ca_3\,(As\,O_4)_2$.	0,412	0,805	0,332	0,613	0,106
$Mn\,CO_3$ . . .	1,138	—	—	—	2,119
$Ca\,CO_3$ . . .	13,222	39,160	12,750	9,566	21,215
$Ca\,Si\,O_3$ . . .	18,890	1,763	4,477	4,312	3,602
$Al_2\,(Si\,O_3)_3$ . .	27,490	25,915	18,078	18,074	17,016
$Mg\,Si\,O_3$ . . .	8,176	11,639	2,002	12,891	5,886
$Si\,O_2$	5,276	1,850	29,740	16,903	19,232
$Mn\,O_2$ . . .	—	3,440	5,360	3,962	2,760
$Fe_2\,O_3$ . . .	18,540	8,312	9,350	25,410	13,421
$Ti\,O_2$	0,730	0,696	0,279	0,536	0,440
$H_2\,O$	6,570	4,100	11,780	5,311	4,565
	102,056	99,022	101,016	98,926	99,445
Spuren . . .	Kupfer	Kupfer	Kupfer	—	Kupfer
„ . . .	—	Wolfram	—	—	Wolfram
„ . . .	—	Phosphors.	—	—	—
Aktivität 125 g Volt/Stdn.	1000	3000	4000	700	2500

Die am Ende noch angeführten Zahlen für die Aktivität der einzelnen Schlammsorten entstammen zum Teil einer Arbeit von Elster und Geitel[1], zum Teil sind sie im hiesigen Laboratorium neu bestimmt worden.

Schon an dieser Stelle sei auf den relativ hohen Gehalt verschiedener Schlamme an Bariumsulfat, dessen Anwesenheit mit dem Radium höchst wahrscheinlich in naher Beziehung steht, aufmerksam gemacht. Gerade das an Bariumsulfat reichste Sediment (Freibadquelle) erwies sich in der Folge als dasjenige, aus dem sich ein relativ reiches, deutlich selbstleuchtendes Radiumpräparat herstellen ließ. — Mit besonderer Sorgfalt wurden alle Schlammsorten auf die Anwesenheit von Thor geprüft, es gelang jedoch auch unter Anwendung der schärfsten Methoden nicht, auch nur eine Spur dieses Elementes aufzufinden.

Von Interesse ist der hohe Gehalt an Mangan, welches teils als Mangansuperoxyd in den dunkeln Schlammen, teils als Mangankarbonat in den hellen Sedimenten vorhanden ist. Es liegt hier eine interessante Analogie mit den Sedimenten und Neubildungen (Reisacherit) der stark radioaktiven Gasteiner Thermalquellen vor. Auch die Anwesenheit relativ bedeutender Mengen Titan, sowie Spuren von Kupfer in sämtlichen Quellsedimenten und von Wolfram in einigen derselben verdient gegenüber früheren Befunden Beachtung.

Es war aber nicht allein der starke Gehalt an radioaktiver Substanz an sich, der den Schlamm zu einem so interessanten Objekt für wissenschaftliche Untersuchungen machte.

Die physikalische Analyse hatte zu einem merkwürdigen Resultat geführt. Dieselbe gestattet, wie weiter oben ausgeführt, aus der Kurve der Abklingung der durch ein radioaktives Material induzierten Aktivität einen Schluß auf das die Aktivität bedingende radioaktive Element zu ziehen. Elster und Geitel hatten nach dieser von ihnen ausgearbeiteten Methode den Schlamm geprüft, aber keine Kurve gefunden, die mit einer der für die bekannten radioaktiven Elemente charakteristischen übereinstimmte. Es lag also ein neues bis dahin unbekanntes radioaktives Element vor oder, und dieser Ansicht neigten die beiden Forscher zu,

[1] loc. cit.

man hatte mit der Anwesenheit mehrerer zu rechnen, deren Kurven sich übereinander gelagert hatten. Unsere Prüfung des Ursprung-Schlammes führte, wie die nebenstehende Abbildung, Fig. 4, zeigt, zu einem ganz ähnlichen Verlauf der Kurve.

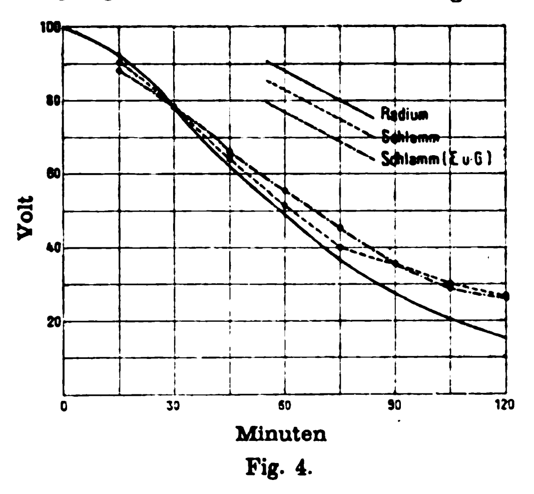


Fig. 4.

Klarheit konnte hier also nur eine chemische Zerlegung schaffen, die auch, auf Anregung des Sanitätsrates Schliep in Baden, zuerst von Elster und Geitel unternommen wurde.[1] 200 g Schlamm der Ursprungquelle wurden mit konzentrierter Salzsäure ausgezogen und in der salzsauren Lösung mit Schwefelsäure eine Fällung erzielt, die im wesentlichen aus Bariumsulfat bestand und stark aktiv war, deren physikalische Analyse jedoch noch keinen sicheren Schluß auf das darin enthaltene radioaktive Element zuließ. Im Filtrat ließ sich mit Ammoniak eine beträchtliche Menge Substanz fällen, die vorwiegend aus Oxyden des Eisens und Mangans bestand, aktiv war und nach der physikalischen Analyse Thor enthalten mußte, es gelang jedoch nicht, dasselbe chemisch darin nachzuweisen.

Der Bariumsulfatniederschlag wurde in Lösung gebracht und aus der Lösung durch Fällen mit Ammoniak ein Niederschlag erhalten, der aus den durch die Bariumsulfatfällung mitgerissenen Oxyden bestand. Er war stark aktiv und die Aktivität sollte nach der physikalischen Analyse auch hier durch Thor bedingt sein. Merkwürdigerweise zeigte er eine viel größere Aktivität als ein gleichschweres Thorpräparat. Die Aktivität ließ sich sogar durch Auflösung und Wiederfällen mit Oxalsäure noch erheblich konzentrieren.

Das vermutete Radium sollte sich im Filtrat von der letzten

---

[1] J. Elster und H. Geitel, Phys. Zeitschr. VI p. 67, 1905.

Ammoniakfällung befinden. Es gelang auch, durch Eindampfen einige stark aktive Kryställchen zu erhalten. Die Gesamtaktivität war jedoch zu schwach, um eine erfolgreiche physikalische Analyse durch Bestimmung der Abklingungsgeschwindigkeit zu ermöglichen.

Von großer Wichtigkeit war das andere erhaltene Resultat; die Gewinnung eines Präparates, das Thoremanation abgab, aber viel stärker aktiv war, als bis dahin bekanntes Thor. Dieses galt bis dahin als ein einheitlich aktiver Körper von einer bestimmten Stärke der Radioaktivität. Indessen war diese Anschauung schon ins Wanken geraten, als es einigen Forschern gelungen war, aus verschiedenen Mineralien Thor zu gewinnen, das gar keine aktiven Eigenschaften zeigte. Es lag nahe zu denken, daß die aktiven Eigenschaften des gewöhnlichen Thors durch eine geringe Beimengung von einer an sich viel stärker aktiven Substanz verursacht seien. Dann hätte es aber auch möglich sein müssen, diese Substanz in konzentrierterer Form zu gewinnen, was aber bisher nicht gelungen war. Man sieht leicht, von welcher Bedeutung für diese Frage die Resultate der Forschungen von Elster und Geitel waren.

Diese selbst waren in der Bewertung ihrer Ergebnisse sehr vorsichtig. Das stärkste ihrer Thorpräparate hatten sie aus einer Lösung erhalten, die vermutlich auch Radium enthielt. Sie erachteten es doch nicht für ganz ausgeschlossen, daß Radium oder eine andere stark aktive Substanz (Emanium, Aktinium) für die abnorme Aktivität ihrer Thoremanation gebenden Präparate verantwortlich zu machen sei und sie glaubten deshalb, die Frage mit den geringen Mengen Material, die ihnen zur Verfügung standen, nicht entscheiden zu können.

Auf Veranlassung von mir griff Herr F. A. Weber diese Frage auf. Es standen anläßlich der Reinigung der Stollen der Quellen einige Kilogramm stark aktiven Schlammes zur Verfügung, bei deren Verarbeitung wir uns der überaus wertvollen persönlichen Auskunftserteilung der Herren Professoren Elster und Geitel zu erfreuen hatten. Es sei ihnen, ebenso wie Herrn Professor Giesel, auch an dieser Stelle für ihre Unterstützung der verbindlichste Dank ausgesprochen.

Zunächst gelang es, die Versuchsergebnisse von Elster und Geitel durch Wiederholung zu bestätigen.

Für die Verarbeitung einer größeren Menge Schlamm, zunächst

2 kg der Ursprungquelle, wurde eine andere Methode gewählt. Das Material wurde unter Zusatz von Schwefelsäure mit Salzsäure ausgekocht. Wie erwartet, fand sich das Radium mit dem durch die Schwefelsäure unlöslich gemachten Barium im Rückstand. Hier konnte es durch die physikalische Analyse nachgewiesen werden. Nach Aufschließen des Rückstandes durch Kochen mit Alkalikarbonat-Lösung ließ es sich zusammen mit dem vorhandenen Barium isolieren und auch durch fraktionierte Krystallisation von der größten Menge desselben trennen. Ein derart durch oft wiederholtes Umkrystallisieren der ersten Ausscheidungen erhaltenes Präparat zeigte ein ganz schwaches Selbstleuchten und brachte den Platincyanbariumschirm zum Fluoreszieren. Nebenstehend ist in Fig. 5 der Verlauf der Abklingungskurve im Vergleich mit derjenigen des reinen Radiums nach Curie abgebildet.

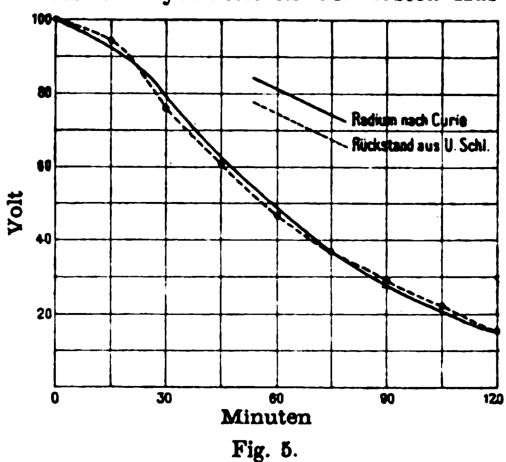


Fig. 5.

Das andere aktive Element war beim Kochen mit Salzsäure in Lösung gegangen, wie sich dies zeigte, als sie mit Ammoniak gefällt wurde. Der erhaltene Niederschlag, hauptsächlich aus Oxyden des Eisens und Mangans bestehend, war stark aktiv; die physikalische Analyse wies auf einen Gehalt an Thor hin. Ein Versuch, dasselbe mit Oxalsäure zu fällen, mißlang wie zu erwarten war, da ja, wie die chemischen Analysen unzweifelhaft festgestellt hatten, Thor nicht in chemisch nachweisbaren Mengen im Schlamm enthalten war.

Um die aktive Substanz von der großen Menge des Eisens und Mangans zu trennen, wurde ein gegenüber den bisherigen abgeändertes Verfahren eingehalten. Der gesamte Niederschlag wurde in konzentrierter Oxalsäure gelöst. In dieser Lösung wurde durch Zusatz von Schwefelsäure und nachher von etwas Bariumsalz eine Fällung von Bariumsulfat künstlich hervorgerufen.

Es zeigte sich, daß, wie erwartet, der größte Teil der aktiven Substanz mitgerissen worden war. Das Bariumsulfat zeigt diese Eigenschaft manchmal auch in salzsaurer Lösung. Man hatte dann jedoch nie mit Sicherheit auf ein Resultat rechnen können. In den allermeisten Fällen wurde nichts mitgerissen, während dies, wie spätere Versuche zeigten, in stark oxalsaurer Lösung immer der Fall war.

Die Bariumsulfatfällung wurde aufgeschlossen und aus der Lösung mit Ammoniak eine geringe Menge Substanz gefällt. Dieselbe war so stark aktiv, daß eine physikalische Analyse ausgeführt werden konnte, die nach der Geschwindigkeit der Abklingung auf das Vorhandensein von Thoremanation wies, während wir anderseits festgestellt hatten, daß das Thor selbst in Spuren nicht nachzuweisen war. Nebenstehend in Fig. 6 die beobachtete Abklingungskurve der induzierten Aktivität des Bleidrahtes: Gegenüber der gewöhnlichen Thorkurve zeigt der Verlauf der von uns beobachteten Abklingungskurve das für sehr schwache Thoremanation charakteristische anfängliche Ansteigen. Bei dem so erhaltenen Präparat war jetzt eine Beeinflussung der Aktivität durch einen Radiumgehalt ausgeschlossen, da die Lösung, aus der es gewonnen war, kein Radium enthalten hatte, das ja, wie erwähnt, von vorneherein im Rückstand geblieben sein mußte, während Elster und Geitel ihr Präparat aus einer Lösung ausgeschieden hatten, die noch eine andere aktive Substanz enthielt.

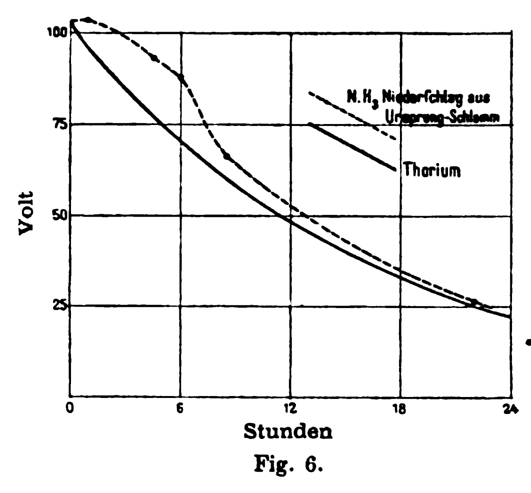


Fig. 6.

Nach derselben Methode wurden auch 2,5 kg Schlamm der Klosterquelle verarbeitet und die Anwesenheit von Radium nachgewiesen. Die Thoremanation gebende Substanz war darin

in zu geringer Menge enthalten, um durch die physikalische Analyse mit Sicherheit erkannt zu werden.

Umgekehrt liegen die Verhältnisse bei dem Schlamm der Kirchenquelle, in welchem Herr Schohl Thoremanation gebende Substanz nach der oben beschriebenen Methode konzentrieren und identifizieren konnte, während sich der wahrscheinlich sehr geringe Radiumgehalt dem Nachweis entzog. Dieser Befund steht in Übereinstimmung mit dem Fehlen des Bariumsulfates in dem Schlamm dieser Quelle (siehe S. 81).

Herrn Frommel ist es dann in meinem Privatlaboratorium gelungen, aus 1 kg Schlamm der Freibadquelle ein stark selbstleuchtendes Präparat von Radium-Bariumbromid zu gewinnen. Auch hier zeigt sich eine Übereinstimmung in dem hohen Radiumgehalt mit der relativ großen Menge des in dem Schlamm aufgefundenen Bariumsulfates (4,77 p. C.).

Während der Dauer dieser Untersuchungen war aus dem Laboratorium von Sir. W. Ramsay eine Arbeit von O. Hahn[1] erschienen, die sich ebenfalls mit einem Körper beschäftigte, der Thoremanation aussendete, aber viel stärker aktiv als gewöhnliches Thor war.

In Ceylon hatte man ein neues Mineral gefunden, das, da es 75 Prozent Thor enthielt, den Namen Thorianit bekam. Es zeichnete sich durch ungewöhnlich starke Aktivität aus. Ramsay kaufte die ganze verfügbare Menge von 2,5 Zentner.

In einer Fabrik wurde das Material auf radiumhaltiges Barium verarbeitet. Hieraus sollte O. Hahn durch fraktionierte Krystallisation der Bromide ein Radiumpräparat gewinnen. Unregelmäßigkeiten bei der Anreicherung der Aktivität führten zu der Entdeckung, daß neben dem Radium noch eine andere aktive Substanz zugegen war, die Thoremanation aussendete, nach der Reinigung schließlich aber mehrere hunderttausendmal so aktiv war, als gewöhnliches Thor. Hahn gab ihr den Namen Radiothor, weil es wahrscheinlich war, daß sie das erste Umsetzungsprodukt des Thors darstelle.

---

[1] O. Hahn. Proc. Roy. Soc. 76, 115—117, 1905.

Die ersterwähnten Untersuchungen lassen keinen Zweifel mehr daran, daß im Thermalschlamme der Badener Quellen ebenfalls Radiothor enthalten ist und daß somit den Herren Elster und Geitel der Ruhm gebührt, die Existenz dieses neuen Elementes, welches die Thorkurve zeigte, indessen kein Thor sein konnte, an der Abklingungskurve im Baden-Badener Thermalquellenschlamm als möglich oder wahrscheinlich zuerst beobachtet zu haben. Der definitive Nachweis des Vorhandenseins von Radiothor und ebenso die Isolierung des Radiums und dessen Identifizierung durch die Abklingungskurve ist durch die vorstehend beschriebenen Versuche erbracht worden.

Wie schon oben bemerkt, konnte Thor in keiner der untersuchten Schlammsorten nachgewiesen werden, ebenso wenig gelang aber auch der Nachweis von Uran, trotzdem dabei aufs sorgfältigste nach dem neuerdings auch von Zerban[1] empfohlenen Laubeschen Verfahren[2] gearbeitet wurde. Will man deshalb der aus guten Gründen stark betonten Auffassung zustimmen, daß auf primärer Lagerstätte sich das Radium stets in Gesellschaft von Uran befindet — und ebenso wohl auch die aktiven Thorsubstanzen stets in Gesellschaft gewöhnlichen Thors —, so ist daran zu denken, daß der Quellschlamm ein sekundäres Produkt ist, das sich aus den in tieferen Gesteinschichten ausgelaugten, an der Luft zum Teil wieder ausgeschiedenen Stoffen zusammensetzt. Dabei ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß durch beispielsweise kohlensäurehaltiges Wasser nur das Radium und nicht das Uran, nur der aktive Thorbegleiter und nicht das Thor in Form von Bikarbonat gelöst wird, sich also schon in der Tiefe ein natürlicher Scheidungsprozeß vollzieht, infolgedessen Uran und Thor dort zurückbleiben.

Unsere erste Vermutung, daß die radioaktiven Bestandteile der Badener Thermen stets mit dem Mangan gehen, weil in der Tat mehrere der zuerst von uns untersuchten, dunkeln mangansuperoxydreichen Schlamme sich als besonders stark aktiv erwiesen, eine Wahrnehmung, welche Mache auch bei den Gasteiner Quellschlammen gemacht hat, ließ sich für die Badener Thermen nicht als endgültig richtig erweisen, denn die Aktivität des

[1] Berl. Ber. 36, 39II; 38, 557.

[2] Zeitschr. f. angew. Chemie 1889, 575.

Schlammes der Büttquelle und der Kühlquelle mit 17,64 bezw. sogar 41,73 Prozent[1] Mangansuperoxydgehalt entspricht entfernt nicht diesem hohen Mangansuperoxydgehalt. Da es sich ferner hierbei um die beiden kühlsten Quellen der Thermen von Baden-Baden handelt und da das Wasser der Büttquelle bei ganz schwach aktivem Schlamm die höchste Aktivität aufweist, so kommt man zu der Annahme, daß die radioaktiven Stoffe sich hauptsächlich nur in der Hitze rasch genug mit dem Mangan ausscheiden. Bezüglich des Radiums, welches in seinem chemischen Verhalten mit dem Barium geht, ist an die Ausscheidung in Form unlöslicher Manganitverbindungen zu denken. Schon lange sind ja solche von Barium und von Calcium bekannt. Dahingehende Versuche, wobei in einer nur minimale Mengen Radiumbromid enthaltenden Flüssigkeit zugesetztes Mangansalz in Superoxydform ausgeschieden wurde, haben diese Voraussetzung bestätigt, fast die gesamte Aktivität der Radiumlösung befindet sich im Mangansuperoxyd-Niederschlag. Bemerkenswert bleibt immerhin die im allgemeinen hohe Aktivität des Schlammes oder des Wassers bei hohem Mangansuperoxydgehalt des ersteren.

Von anderen Elementen, welche früher schon mit dem Vorkommen von radioaktiven Stoffen in Verbindung gebracht wurden, ist neben dem Barium nur noch das Titan zu nennen, dessen Mengen indessen auch nicht in Proportionalität mit der Aktivität von Schlamm oder Wasser steht.

Aus welchem Gestein und welchen Gesteinsbestandteilen die Badener Thermen ihre Radioaktivität entnehmen, ist somit noch nicht aufgeklärt. Kommen sie, worauf der sehr ähnliche Salzgehalt schließen läßt, aus einer gemeinschaftlichen Urquelle, die sich durch verschiedene Spalten und Risse der Gesteinsschichten in die einzelnen Quellen teilt, so kann die Aufnahme der Radioaktivität ebensowohl schon in der Tiefe der Urquelle erfolgen, als auch, da die geteilten Quellarme im ganzen die gleichen Gesteinsschichten passieren, in höheren Regionen. Die verschiedene Temperatur der Quellen ist wohl nur die Folge des verschiedenen raschen Laufes ihres Wassers in den oberen kälteren Schichten,

---

[1] Der hohe Gehalt des Schlammes der Kühlquelle an Mangansuperoxyd wurde durch eine in der Großh. chem.-technisch. Prüfungs- und Versuchsanstalt ausgeführte Analyse konstatiert, welche mir Herr Geh. Oberbergrat Honsell freundlichst zur Verfügung stellte.

wobei das langsamer aufsteigende Wasser sich stärker abkühlt, als das rasch laufende. Anderseits kann das heiße Wasser weniger Radiumemanation gelöst halten, zumal wenn auch nach oben zu der Druck abnimmt, wodurch es sich erklären dürfte, daß die kühleren Quellen die radioaktivsten sind. Im ganzen halte ich es für wahrscheinlicher, daß die radioaktiven Stoffe der Badener Thermen nicht aus großen Tiefen der Erde heraufdringen, sondern den oberen Verwitterungsschichten entstammen.

Die Thermalquellen von Baden-Baden entspringen einem auf dem rechten Ufer des Oosbaches gelegenen Bergabhang, der auf seiner ersten Terrasse das noch bewohnte Großh. Schloß trägt. Das Gestein gehört dem unteren Rotliegenden an und besteht in der Hauptsache aus Tonschiefer mit einzelnen Tonbänken und Arkosesandstein, Verwitterungsprodukten granitischer Massen. In der Richtung gegen das Schloß steht quarzreicher Granit an, das häufig beobachtete Muttergestein radioaktiver Quellen. Ganze Halden eines aus den Thermalwassern an der Luft ausgeschiedenen Sinters sind einzelnen Quellmündungen vorgelagert.

Als bemerkenswert, indessen durch die jetzt nachgewiesene Mitwirkung der Emanation von Radiothor erklärlich, muß noch hervorgehoben werden, daß eine volle Übereinstimmung der Stärke der Radioaktivität des Schlammes mit der Menge des darin enthaltenen Radiums nicht vorhanden zu sein scheint, wie sich bei näherer Betrachtung der Radioaktivität des Schlammes der Baden-Badener Thermalquellen ergiebt. Die Radioaktivität von 125 Gramm trockenen Schlamms, gemessen im Elster-Geitelschen Apparat für trockene Stoffe, ergab die folgenden Resultate:

	Verlust in Volt pro Stunde
Schlamm der Büttquelle	schwach aktiv
„ „ Murquelle	200
„ „ Freibadquelle	2500
„ „ Friedrichsquellen	1000—1500
„ „ Ursprungquelle	3000
„ „ Kühlquelle	1000
„ „ Klosterquelle	4000—5000
„ „ Fettquelle	100
„ „ Kirchenquelle	600—800

Der Schlamm der Freibadquelle zeigt z. B. bei sehr hohem Gehalt an Bariumsulfat nur eine mittlere Radioaktivität von 2500 Volt und es gelingt relativ leicht, daraus ein stark selbstleuchtendes Radium-Bariumbromid zu isolieren, während es nur sehr schwer möglich ist, aus dem rund doppelt so aktiven Schlamm der Klosterquelle ein sehr schwach leuchtendes Radiumpräparat darzustellen. Man erhält bei der Verarbeitung dieser Materialien den Eindruck, als ob auch für das Radium komplexere Verbindungen existieren müßten und vielleicht in den Sedimenten enthalten seien, welche die volle Strahlungswirkung hemmen, so daß diese erst durch die Umsetzung mit aufschließenden Agentien z. B. Umwandlung von Radium-Silikat oder -Sulfat in Radiumkarbonat, vielleicht auch von Doppelsalzen zur vollen Entwicklung kommt. Auch die Anreicherung der Thoremanation nach längerer Zeit in Fällungen des Radiothors, das zeitweise Verschwinden und spätere Wiederhervortreten derselben gehört zu den noch nicht genügend aufgeklärten Phänomenen.

Ganz ohne Zusammenhang ist die Stärke der Radioaktivität des Schlamms zu derjenigen des betreffenden Wassers, wovon man sich leicht durch einen Vergleich der Angaben auf der Tabelle (Seite 90) mit den Radioaktivitätswerten derselben Quellen (Seite 95) überzeugen kann. Dem stark aktiven Wasser der Büttquelle entspricht ein ganz schwach aktiver Schlamm, während z. B. das nur schwach aktive Wasser der Klosterquelle einen sehr aktiven Schlamm aufweist. Auch bei hoch radioaktiven Thermen von Süditalien, z. B. der radioaktivsten Quelle überhaupt, derjenigen von Lacco Ameno auf der Insel Ischia, konnte ich einen nur auffallend schwach aktiven Schlamm konstatieren. Ob vielleicht auch hier durch Aufschließung stärkere Aktivitätswerte zu erzielen sind, müssen weitere Untersuchungen lehren.

Die radioaktiven Mineralquellen.

Durch die Untersuchungen der Frau Curie, ganz besonders aber der Herren Elster und Geitel, hat man zuerst Kenntnis von der großen Verbreitung des Radiums erlangt. Zwar tritt es in der Erdkruste nur selten in relativ nennenswerten Mengen auf, aber es ist schwer, Materialien fester oder flüssiger Form zu finden, welche völlig frei von Radioaktivität sind. In einer

überaus großen Zahl von Gesteinen, Erden, Tonen usw. haben die letztgenannten Forscher den Nachweis für die Anwesenheit von Radium oder doch Radiumemanation geführt. Das Vorkommen in Heilquellen ist zuerst von H. S. Allen[1] beobachtet, und zwar in dem Wasser der 46—47° warmen Thermalquelle von Bath. Bumstead und Whealer[2] wiesen dann die Radioaktivität des Wassers aus tiefen Schächten nach und bald darauf veröffentlichte Himstedt[3] seine Untersuchungen, in denen er die Radioaktivität einer großen Zahl von Thermal- und anderen Mineralquellen nachwies, unter diesen die bis dahin radioaktivste Murquelle von Baden-Baden.

In der Folge wandte man sich dann allerorts auch der Untersuchung der Mineralquellen, besonders der Heilquellen, mit solchem Eifer zu, daß Borne[4] anfangs des Jahres 1905 in seinem Berichte über die radioaktiven Quellen erklären mußte, daß ihm eine auch nur annähernd vollständige Wiedergabe der zahlreichen, auf diesem Gebiete ausgeführten Untersuchungen völlig unmöglich sei. Das Interesse für diese Frage war von dem rein physikalisch-chemischen auch auf das medizinische Gebiet übergegangen.

Daß ein Zusammenhang vorhanden sein könne zwischen Radioaktivität gewisser Mineralquellen und ihrer heilkräftigen Wirkung war ein naheliegender Gedanke, und Allen hat dann auch gleich in seiner ersten Publikation (a. a. O.) über die Radioaktivität des Thermalwassers von Bath schon ausdrücklich darauf hingewiesen, ebenso Himstedt. Der „Brunnengeist“, der nach sehr verbreitetem altem instinktiven Volksglauben in den Heilquellen steckte und hier seine örtliche heilkräftige Wirkung zeigte, tauchte — als Ergebnis neuester exakter wissenschaftlicher Forschung — als Emanation wieder aus der Tiefe der Quellschachte hervor. Und in der Tat ist ja in der Radioaktivität der Mineralquellen eine Eigenschaft aufgefunden, die nur an Ort und Stelle des Austritts derselben zu voller Wirkung kommen kann, weil die Emanation, wie wir wissen, vergänglich ist und deshalb bei längerem Transport verschwindet. Auch die gewissermaßen prophetischen Worte Liebigs (S. 67) fanden jetzt ihre Erfüllung, denn

---

[1] „Nature“, Bd. 68 (1903), S. 343.
[2] Americ. Journ. of science 1903, Sept.
[3] Ber. d. Naturforsch. Ges. Freiburg i. B., 1904, S. 81.
[4] Jahrb. d. Radioaktivität, Bd. 2 (1905), S. 103.

„elektrischer" Natur war ja die neuentdeckte Strahlung des Wassers dieser Heilquellen.

Da man im weiteren Verfolg dieser Untersuchungen gerade in vielen solcher Quellen, in denen besonders wirksame Bestandteile bisher nicht hatten aufgefunden werden können, so daß es an einer Erklärung ihrer heilkräftigen Wirkung fehlte, einen Gehalt an Radiumemanation entdeckte, war es naheliegend, gerade für diese besonderen Fälle die Radioaktivität als das wirksame Agens in Anspruch zu nehmen. Zu den Mineralquellen dieser Art gehörten gerade eine ganze Anzahl der von altersher berühmtesten Gesundbrunnen, wie z. B. diejenigen von Gastein, einzelner Quellen von Baden-Baden, von Wildbad, Plombières, Vichy u. a. m.

Der Auftrag, den ich im April 1904 von dem Großh. Ministerium des Innern erhielt, die Radioaktivität der Badener Thermalquellen zugleich mit einer erneuten im Laboratorium von Herrn Geh. Hofrat Bunte durchgeführten chemischen Analyse des Wassers derselben, zu bestimmen, gab mir die Veranlassung, zunächst der Frage der Bestimmungsmethoden dafür näher zu treten, eine Arbeit, welche ich in Gemeinschaft mit dem derzeitigen Privatdozenten der Physik, Dr. H. Sieveking, vornahm und die im Hinblick auf die Unvollkommenheiten der bisherigen Methoden zu der Schaffung des weiter oben beschriebenen neuen Apparates führte. Nachdem sich dann mit Hilfe dieses Apparates Aktivitätsbestimmungen an Ort und Stelle leicht ausführen ließen, haben wir eine größere Zahl von Thermal- und anderen Mineralquellen einer vergleichenden Prüfung auf Radioaktivität unterworfen.[1]

In der folgenden Zusammenstellung sind die Resultate dieser Bestimmungen der Radioaktivität, welche im Verlaufe der letzten zwei Jahre von mir (E) in Gemeinschaft mit Herrn Dr. H. Sieveking (S) oder auch von einem von uns beiden allein, sowie endlich von dem Assistenten des Chemischen Laboratoriums, Herrn W. Frommel (F), ausgeführt worden sind, enthalten.

Als Apparat diente unser auf S. 77 beschriebenes „Fontaktoskop" mit Elektroskop Nr. 1512, bei einer Kapazität des Apparates von 13,6. Die Bestimmung erfolgte durchweg an der Quelle

---

[1] Die Untersuchungen wurden teilweise auch mit Mitteln durchgeführt, welche uns von Großh. Ministerium der Justiz, des Kultus und Unterrichts, sowie durch eine Spende des Vereins chem. Fabriken zu Mannheim zur Verfügung gestellt wurden.



selbst oder in unmittelbarer Nähe derselben, so daß von der Entnahme des Wassers bis zur Messung im Apparat fast immer nur einige Minuten verstrichen. Die verwendeten Wassermengen betrugen gewöhnlich 1 Liter, bei stark aktivem Wasser $^1/_2$—$^1/_4$ Liter. Im übrigen wurden bei Durchführung der Versuche die oben gegebenen Vorschriften genau eingehalten.

Die Angaben enthalten den für 1 Liter direkt beobachteten oder auf 1 Liter umgerechneten Potentialabfall in Volt pro 1 Stunde abzüglich des Normalverlustes, indessen ohne Korrektur für die noch im Versuchswasser der Kanne befindliche Emanation, sowie auch ohne Berücksichtigung der bei kohlensäurehaltigen Wassern vor dem Ablesen verdrängten Wassermengen. Dagegen ist die induzierte Aktivität in früher beschriebener Weise in Abzug gebracht, wenn nicht — wie in sehr vielen Fällen — die mit diesen korrigierten Werten fast völlig übereinstimmende jeweilige erste Ablesung ohne Korrektur zugrunde gelegt wurde. Präzise und sichere Vergleichswerte bieten in der folgenden Zusammenstellung jedoch nur die unter Berücksichtigung der Kapazität des Apparates und der übrigen Korrekturen berechneten Angaben in elektrostatischen Einheiten nach Mache, d. h. des Wertes E. S. E. multipliziert mit 1000 oder $i \times 10^3$ (Mache-Einheiten), welche besonders auch bei Anwendung verschiedener Apparate und Bestimmungsmethoden allein eine einigermaßen sichere Grundlage für den Vergleich des Grades der Radioaktivität verschiedener Quellen darbieten[1].

Endlich sei noch vorausgeschickt, daß die Angaben über die Temperatur der untersuchten Thermalquellen teils der Spezial-Literatur über die bezüglichen Bäder entnommen sind, teils auf Angaben der Quellenbesitzer beruhen. Es kann deshalb eine Verantwortung für die Genauigkeit dieser Zahlen nicht übernommen werden.

---

[1] Es ist dringend anzuraten, bei Dosierung radioaktiver Wassermengen für therapeutische Zwecke nicht die mit der Kapazität der Apparate wechselnden Angaben in Voltabfall, sondern diejenigen in Mache-Einheiten zu gebrauchen.

A. Thermalquellen.

Datum der Bestimmung	Bezeichnung der Quelle	Temp. in C°	Potential-Abfall in Volt minus Normalverlust pro Liter u. Stunde	Mache-Einheiten $i \times 10^3$	Beobachter

Baden-Baden.

Datum der Bestimmung	Bezeichnung der Quelle	Temp. in C°	Potential-Abfall in Volt minus Normalverlust pro Liter u. Stunde	Mache-Einheiten $i \times 10^3$	Beobachter
1904/05	Büttquelle	23,5	6900 bis 10000	82—126	E. & S.
„	Murquelle	59	2020	24,0	„
„	Freibadquelle	60,5	782	9,9	„
„	Friedrichsquelle	67,8	528	6,7	„
„	Ursprungquelle	62	466	6,0	„
„	Kühlquelle	52,9	456	5,8	„
„	Klosterquelle	62,2	456	5,8	„
„	Fettquelle	63,5	355	4,5	„
„	Kirchenquelle	56,3	264	3,3	„
Juni, Juli 06	Salzgrabenquelle	—	300–403	3,8–4,9	„

Bad Gastein.[1]

Datum der Bestimmung	Bezeichnung der Quelle	Temp. in C°	Potential-Abfall in Volt minus Normalverlust pro Liter u. Stunde	Mache-Einheiten $i \times 10^3$	Beobachter
1905	Grabenbäcker Quelle	36,3	11920	149,0[2]	E. & S.
26./27. Juni	Elisabeth-Stollen, südl. Quelle	46,0	11200	140,2	„
„	„ „ Hauptquelle	46,8	9800	122,4	„
„	„ „ nördl. Quelle	42,5	1600	20,9	„
„	Chorinsky-Quelle, Hauptquelle	47,1	9750	121,9	„
„	„ „ nördl. Quelle	47,1	6850	85,8	„
„	Rudolf-Stollen	46,9	5500	68,8	„
„	Franz-Joseph-Stollen, Hauptquelle	39,0	4350	54,6	„
„	Franz-Joseph-Stollen, vordere Quelle	39,0	4350	54,6	„
„	Chirurgen-Quelle	47,1	3160	39,6	„

[1] Diese Temperaturangaben nach H. Mache (Monatsh. f. Chem. 1905, XXVI, S. 357).

[2] H. Mache (a. a. O.) findet 155.

Datum der Bestimmung	Bezeichnung der Quelle	Temp. in C°	Potential-Abfall in Volt minus Normalverlust pro Liter u. Stunde	Mache-Einheiten i × 10³	Beobachter
	Karlsbad.[1]				
1905	Eisenquelle	8,4	3800	47,5	E. & S.
23. Juni	Schloßbrunnen	30,2	700	8,8	„
„	Felsenquelle	54,8	420	5,3	„
„	Kaiserbrunnen	46,2	340	4,3	„
„	Sprudel	72,5	33	0,4	„

[1] Auch die Temperaturen dieser Quellen nach Mache (a. a. O.) mit Ausnahme des Sprudel (nach Raspe „Heilquellen-Analysen").

Datum der Bestimmung	Bezeichnung der Quelle	Temp. in C°	Potential-Abfall	Mache-Einheiten	Beobachter
	Wildbad.				
1905	Bohrloch Nr. 1, Cabine 22 . .	36,8	200	2,5	E. & S
14. März	„ Nr. 4, Großes Herrenbad	36,1	190	2,4	„
„	Bohrloch Nr. 6, Großes Frauenbad	37,6	250	3,2	„
„	Bohrloch Nr. 7, Großes Frauenbad	37,9	150	1,8	„
„	Bohrloch Nr. 8, Fürstenbad I .	33,7	170	2,1	„
„	„ Nr. 13, Männerbad IV	37,1	230	2,9	„
„	„ Nr. 14, „ III	35,8	200	2,5	„
„	„ Nr. 16, Frauenbad III	36,0	260	3,3	„
„	„ Nr. 17, „ II	37,4	200	2,5	„
„	„ Nr. 23, Fürstenbad IV	36,2	220	2,7	„
„	„ Nr. 29, Cabine 31 (18?)	36,8	130	1,6	„
„	Kaltes Quellwasser von Wildbad		18	0,2	„
	Italienische Thermalquellen.				
	Abano bei Padua				
28. Sept. 05	Sorgente Montirone centrale	87	401	5,0	E.
„	Sorgente Montirone, kühlste Quelle[1]	45,5	208	2,5	„
	Battaglia bei Padua				
„	Surgone Grotta	74	473	5,7	„
„	Pozzo artesiano[1]	72	386	4,6	„
„	Wasser aus Fango-See[2] . .	(warm)	212	2,5	„

[1] Entnahme konnte, weil in großem Bassin, nur unter Verlust von Emanation erfolgen.

[2] In diese Seen münden die Quellen, welche mit warmem Wasser den Fango führen. Letzterer setzt sich in den See-Bassins ab und wird von Zeit zu Zeit herausgeschaufelt.

Datum der Bestimmung	Bezeichnung der Quelle	Temp. in C°	Potential-Abfall in Volt minus Normalverlust pro Liter u. Stunde	Mache-Einheiten $i \times 10^3$	Beobachter
	Aqui in Piemont				
9. Sept. 05	Obere Schwefel-Therme . .	72	62	0,7	E.
„	Untere „ „ (Bassin)	—	98	1,2	„
	Castellamare (Stabilimento confluente)				
22. Sept. 05	Acidola (stark kohlensäurehaltig)	13,3	1876	22,6	„
„	Rossa	13,8	485	5,8	„
„	Ferrato del Pozzilio . . .	14,3	481	5,8	„
„	Magnesiaca	14,7	333	4,0	„
„	Muraglione	17,7	225	3,1	„
„	San Vincenzo	15,1	140	1,7	„
„	Sorgente Media	14,7	134	1,6	„
	Neapel (Stadt)				
24. Sept. 05	Quelle in der Nähe des Hotel Hassler (kohlensäurehaltig)	—	218	2,7	„
„	Manzi (kalte Quelle) . . .	—	77	1,0	„
„	Wasserleitung (aus den Apenninen)	—	16	0,2	„
	Bagnoli bei Neapel				
20. Sept. 05	Manganello	—	217	2,6	„
„	Domenico Tricarico . . .	50-52	155	1,9	„
	Agnano bei Neapel				
„	Purgativo	90	160	1,9	„
„	Apollo-Wasser	—	122	1,5	„
„	Sprudel (mit Schlamm) . .	75	39	0,5	„
	Pozzuoli (Municipio)				
„	Aqua media	kalt	149	1,8	„
„	Sorgente	38	115	1,4	„
„	Subvenito Momini dei Girolamini	?	96	1,2	„
„	Aqua di Santa Lucia . . .	?	93	1,1	„

Datum der Bestimmung	Bezeichnung der Quelle	Temp. in C°	Potential-Abfall in Volt minus Normalverlust pro Liter u. Stunde	Mache-Einheiten $i \times 10^3$	Beobachter

Insel Ischia.

Datum der Bestimmung	Bezeichnung der Quelle	Temp. in C°	Potential-Abfall in Volt minus Normalverlust pro Liter u. Stunde	Mache-Einheiten $i \times 10^3$	Beobachter
18. Sept. 05	Porto d'Ischia (Stabilimento communale)	65	391	4,7	E.
„	Olmitello	kalt	87	1,1	„
„	Cerriglio (St. Sebastiano b. Forio)	„	77	0,9	„
„	Citara (Südküste bei Phare Imperatore)	„	56	0,7	„
	Casamicciola				
17. Sept. 05	Manzi II	72	187	2,2	„
„	Manzi I	85	113	1,4	„
„	Therme »Piesco« v. Lucibello I	60	172	2,1	„
„	„ „ „ „ III	—	151	1,8	„
„	„ „ „ „ II	—	126	1,5	„
„	Therme Belliazzi	60	95	1,2	„
„	Sorgente Pisciarello (kalt)	—	167	2,0	„
	Lacco Ameno, Therme Regina Isabella				
19. Sept. 05	Altrömische Quelle (Haupt-Felsenquelle	—	3726	44,9	„
„	Therme Regina Isabella (neue Quelle)	—	3061	36,9	„
27. April 06	Altrömische Quelle (kleines rundes Sammel-Bassin)[1]	57	30888	372,2	„

[1] Schon am 26. hatte ich eine Bestimmung der Aktivität dieser Quelle ausgeführt. Da ich aber ohne Ahnung von der großen, ungewöhnlichen Aktivität ein zu großes Quantum Wasser angewandt hatte, konnte wegen raschen Zusammenfallens der Elektroskop-Blättchen nur sehr ungenau abgelesen werden (gefunden 25853 Voltabfall = 311,5 Mache-Einheiten). Deshalb wurde am folgenden Tag der Versuch mit 1/4 Liter wiederholt (siehe oben). Es muß in der Folge kontrolliert werden, ob die Quelle diese hohe Aktivität dauernd besitzt oder ob sie wechselt, vielleicht auch ob die enorm hohe Aktivität mit der gleichzeitigen großen Vesuverruption zusammenhängt. Die gefundene Aktivität beträgt mehr als das Doppelte der bis jetzt bekannten stärkstaktiven Quellen, selbst der aus dem Stollen der Uranpecherzgruben von Joachimsthal austretenden Quelle, für welche H. Mache $i \times 10^3 = 185$ fand (Monatsh. f. Chem. 1905, B. 26, S. 618).

B. Kalte Quellen.

Datum der Bestimmung	Bezeichnung der Quelle	Potential-Abfall in Volt minus Normalverlust pro Liter u. Stunde	Mache-Einheiten $i \times 10^3$	Beobachter
	Kniebis (Renchtal)-Bäder.			
	Bad Griesbach.			
29. Juli 05	Badquelle[1]	2000	26,0	E. & S.
„	Karls-Quelle	1800	22,7	„
„	Antonius-Quelle	1540	19,4	„
„	Josephs-Quelle	1300	16,4	„
„	Undinen-Quelle	1000	13,0	„
„	Christian Dolls-Quelle	1000	13,0	„
„	Melusinen-Quelle	700	8,8	„
„	Antons-Quelle (beim „Adler")	700	8,8	„
„	Quelle bei der „Linde"	300	3,9	„
„	Schrempp	250	3,3	„
	Bad Peterstal.			
30./31. Juli 05	Sophien-Quelle	329	4,3	F.
„	Peters-Quelle	309	4,0	„
„	Roberts-Quelle	206	2,7	„
„	Salz-Quelle	inaktiv.		„
	Dorf Peterstal.			
„	Karl Boschert	597	7,8	„
„	Schlüsselbad, Sophienquelle	453	5,9	„
„	„ Adolfsquelle	412	5,4	„
„	Stahlbad (Schmiederer)	155	2,0	„
	Bad Freyersbach.			
„	Gas-Quelle	567	7,4	„
„	Salz-Quelle	412	5,4	„
„	Alfreds-Quelle	276	3,6	„
„	Friedrichs-Quelle	247	3,2	„
„	Lithium-Quelle	134	1,7	„
„	Süß-Quelle	134	1,7	„
	Bad Antogast.			
„	Antonius-Quelle	1236	16,0	„
„	Peters-Quelle	602	7,8	„
„	Schwefel-Quelle	457	5,8	„
„	Stahl-Quelle	577	7,5	„

[1] Infolge schwieriger Wasserentnahme ist der Befund eher zu klein als zu groß.

Datum der Bestimmung	Bezeichnung der Quelle	Potential-Abfall in Volt minus Normal-verlust pro Liter u. Stunde	Mache-Einheiten 1 × 10³	Beob-achter
	Bad Rippoldsau.			
28. Juli 05	Wenzels-Quelle	170	2,1	E. & S.
"	Josephs-Quelle	140	1,8	"
"	Leopolds-Quelle (schwefelhaltig)	100	1,3	"
"	Bad-Quelle	90	1,1	"
	Sirnitz-Wasserleitung nach Badenweiler.			
5. Juni 06	Sammelschacht „Hirschmatt" (6 Quellen)	1007	12,1	E.
"	Sammelschacht „Gefällmättle" (6 Quellen)	898	10,8	"
"	Langmatt (Einzelquelle) . . .	702	8,5	"
"	Sammelschacht sämtlicher 14 Quellen [1]	631	7,6	"
"	Sirnitz-Leitungswasser in Badenweiler [2]	258	3,4	"

[1] Etwa 2 Kilometer unterhalb des Ursprungs der Quellen.
[2] 8 Kilometer vom Ursprung entfernt.

Italien.

	Fiuggi bei Anticoli (Campagna), kohlensäurehaltig.			
15. Sept. 05	Direkt aus der Quelle . . .	1629	19,6	E.
29. April 06	Direkt aus der Quelle . . .	1639	19,8	"
15. Sept. 05	Im Kurgebäude.	1412	17,0	"
29. April 06	Drei-Röhrenbrunnen im Hof .	1188	14,3	"

Aus den obigen Resultaten läßt sich der Schluß ziehen, daß unter den verschiedenen Gesundbrunnen, soweit bis jetzt bekannt, die Thermalquellen die höchsten Radioaktivitätswerte aufweisen, daß aber unter diesen die nur schwach warmen radioaktiver sind als die sehr heißen. In ein und demselben Thermalgebiet sind deshalb auch gewöhnlich die kühlsten Quellen die aktivsten.

An der Spitze sämtlicher von uns bis jetzt untersuchten radioaktiven Mineralquellen steht das Wasser der schon zu alt-

römischer Zeit benützten Therme „Regina Isabella" zu Lacco Ameno auf der Insel Ischia mit 372 Mache-Einheiten; es folgt Gastein mit 149 (Grabenbäckerquelle; nach Mache 155), Baden-Baden mit 126 (Höchstwert der Büttquelle), Wiesbaden mit 60,8 (Höchstwert der Schützenhofquelle nach Henrich[1]), Castellamare mit 22,6 (Acidola) u. s. w. Aber auch notorisch kalte Quellen zeigen oft sehr starke Aktivität. So die Eisenquelle bei Karlsbad 47,5, die Badquelle von Bad Griesbach im Schwarzwald 26, Fiuggi in der Campagna bei Anticoli rund 20, Antogast (Schwarzwald) 16, die Sirnitzquellen (Schwarzwald) 12 usw.

Das Gestein, welchem die stärkstaktive Therme von Lacco Ameno entquillt, gehört dem trachytischen Tuff des unruhigen altvulkanischen Gebietes der Insel Ischia an. Einem ähnlichen Gestein entspringt die starkaktive kalte Quelle von Fiuggi, während die Gasteiner aus Gneis, die Baden-Badener Thermen aus Granit, beziehungsweise deren Verwitterungsmassen austreten. Aus granitischem Gestein scheinen die meisten radioaktiven Quellen zu entspringen.

Zu der oben gegebenen Zusammenstellung des Grades der Radioaktivität von Heil- und anderen Quellen ist weiter zu bemerken, daß zwar die aufgeführten Werte, da bei deren Feststellung ein und derselbe Apparat und ein und dieselbe Untersuchungsmethode zur Anwendung kamen, einen zuverlässigen Vergleich der Stärke der Aktivität der verschiedenen Quellen zulassen, daß jedoch auch diese Vergleichswerte nur einen relativen Wert besitzen können für die jeweiligen äußeren Bedingungen, unter denen die einzelnen Quellen sich bei der Probeentnahme befanden. Nach unseren Erfahrungen, die mit denjenigen übereinstimmen, welche H. Mache an den Marienbader Quellen gemacht hat, zeigen viele Mineralquellen einen wechselnden Aktivitätsgrad. Abgesehen von tieferliegenden Ursachen, die wir vielleicht noch nicht kennen, dürften in erster Reihe die sogenannten Tagewasser oder Nieder-

[1] Nach freundlicher brieflicher Mitteilung des Herrn Prof. F. Henrich, welcher neuerdings die Wiesbadener Thermalquellen mittelst des Fontaktoskopes untersucht und mir die vorläufige Mitteilung seines Resultates erlaubt hat, zeigt auch die dortige stärkste, die Schützenhofquelle (50° C.), wechselnde Aktivität. Beobachtet: 3851—4316 Voltabfall (corr.) = 54,3—60,8 Mache-Einheiten. Der Kochbrunnen (68° C.) ergab 10,2, die Spiegelquelle (66° C.) 6,6, die Adlerquelle (64,6° C.) 5,3 Mache Einheiten.

schlagswasser von Regen, Schneeschmelze usw. einen großen Einfluß auf die Stärke der Aktivität ausüben, wenn sie, was in vielen Fällen an der Wasserzunahme bei starkem Regen offensichtlich ist, in den oberen Boden- oder porösen Gesteinsschichten sich den Mineralquellen zugesellen. So ergab beispielsweise früher die Büttquelle bei andauerndem Regen relativ niedrige (82 M. E.), später bei Wasserklemme sehr hohe (über 120 M. E.) Werte. Ob diese Beeinflussung durch die neuerdings auf Veranlassung Dr. R. Stegmanns durchgeführte Neufassung der Quelle beseitigt ist, kann erst nach längerer Kontrolle der Aktivität dieses Wassers, welche wir eingeleitet haben, festgestellt werden. Schon vor der Neufassung der Büttquelle hatten wir zu Zeiten annähernd dieselbe hohe Aktivität konstatiert.[1] Auch der Gehalt der Murquelle und einer Anzahl anderer von uns untersuchten Quellen ist schwankend, und ob überhaupt die Radioaktivität irgend einer Quelle völlig konstant bleibt, wissen wir keineswegs. So viel aber kann aus den bis jetzt durchgeführten Untersuchungen geschlossen werden, daß stark aktive Quellen stets stark aktiv bleiben und nie ins Gegenteil umschlagen, sondern nur innerhalb gewisser Grenzen schwanken. Und ebenso bleiben auch die schwachaktiven im allgemeinen als solche erhalten. So hat sich denn auch die Büttquelle von Baden-Baden trotz ihrer erheblichen Schwankungen bisher auch bei ihrem niedersten Stande stets als die radioaktivste Quelle des Deutschen Reiches erwiesen. Bezüglich der aufgeführten Quellen von Wildbad vermute ich, daß sie vielleicht, da die Bestimmung ihrer Radioaktivität nach langem starkem Regen erfolgte, bei erneuter Prüfung erheblich höhere Aktivitätswerte ergeben werden, und auch bei anderen dürfte dies der Fall sein. Natürlich wird aber auch das umgekehrte vorkommen. Hier können nur während längerer Zeit durchgeführte Kontrollbestimmungen entscheiden. Einrichtungen solcher Kontrollen, die an Ort und Stelle von Ärzten oder Apothekern mittelst der jetzt vervollkommneten Apparate leicht durchgeführt werden könnten, sind dringend anzuraten.

Daß salzreiche Thermen, aber auch andere salzreiche Mineralquellen, im allgemeinen keine hohe Radioaktivität zeigen, ist be-

[1] Zeitschr. f. Elektrochemie 1905, S. 717.

greiflich, wenn man sich erinnert, daß die die Aktivität bedingende Emanation sich wie ein Gas verhält und sonach in salzhaltigem Wasser sich nur in geringerer Menge lösen kann als in salzarmem oder salzfreiem. Aus dem gleichen Grunde sind im allgemeinen in ein- und demselben Thermalgebiet, wie schon oben bemerkt, die weniger warmen Quellen (Grabenbäcker Quelle in Gastein, Büttquelle in Baden-Baden, Schützenhofquelle in Wiesbaden, Acidola in Castellamare) radioaktiver als die heißeren.

Die Ansicht, wonach der hohe Gehalt mancher Thermalwasser damit zusammenhängen soll, daß diese aus tieferen Schichten, gewissermaßen dem Erdinnern, entstammen und aus diesen an Radium reicheren Massen reichlicher Emanation aufnehmen, läßt sich auf Grund unserer Wahrnehmungen hoher Radioaktivitätswerte bei ganz kalten Mineralquellen nicht aufrecht erhalten. Viel wahrscheinlicher ist es, daß die Aufnahme in weiter nach oben liegenden Verwitterungsschichten erfolgt und daß diese Aufnahme durch die aufschließende Wirkung des warmen Wassers der Thermen nur begünstigt wird.

Lehrreich ist vielleicht auch noch die Wahrnehmung einer starken Abnahme der Radioaktivität beim Durchleiten des Wassers durch lange Rohrleitungen. In dem durch eine Leitung von ungefähr 10 Kilometer Länge, von Wildbad-Gastein nach Hof-Gastein, gegangenen Thermalwasser konnten wir fast gar keine Radioaktivität mehr finden, und in der 8 Kilometer langen Leitung von der Sirnitz im Schwarzwald nach Badenweiler sinkt die Aktivität von 11—12 auf rund 3 Mache-Einheiten herunter. Theoretisch sollte allerdings durch Leitung in einer völlig geschlossenen Röhre von der Emanation ebensowenig etwas verloren gehen, als von dem Kohlensäuregehalt eines Säuerlings. Bei schlechten und defekten Leitungen jedoch, welche Zu- und Austritt von Gasen gestatten, insbesondere aber bei Leitungen, wie z. B. derjenigen von der Sirnitz nach Badenweiler, in welche behufs Aufnahme und Vereinigung verschiedener Quelleitungen Sammelschachte eingeschaltet sind, müssen große Verluste an Emanation erfolgen, weil diese aus dem bewegten Wasser rasch an die Luft abgegeben wird. Bei Trinkkuren wird man deshalb auch vermeiden, das Wasser hoch herunter in das Glas plätschern zu lassen, denn unbemerkt entweicht dabei die Emanation und schwindet die Radioaktivität.

Sollten sich die Voraussetzungen und Hoffnungen erfüllen, die man auf die therapeutische Bedeutung der Radioaktivität vieler Heilquellen setzt, sollte es sich, was nach den neuesten Erfahrungen eher als nicht der Fall zu sein scheint, bestätigen, daß es der Gehalt an Radiumemanation altberühmter Gesundbrunnen ist, dem diese ihre heilkräftige Wirkung verdanken, so steht man staunend vor der Tatsache, daß es dem menschlichen Geiste auf dem Wege reiner Erfahrung gelingen konnte, zu so sicherer Erkenntnis der Wirkung eines Stoffes zu gelangen, der höchstens zu Billionsteln in dem Wasser enthalten ist und dessen direkte Wahrnehmung sich unseren Sinnen weit mehr verbirgt, als die irgend einer anderen Substanz oder Energieform. Wir sehen, hören, riechen, schmecken, fühlen nichts und doch hat der Mensch gleichartige heilkräftige Wirkungen von Mineralquellen an den verschiedensten, oft in weiten Fernen voneinander gelegenen Orten erkannt.

Ebenso hat er aber merkwürdigerweise auch schon herausgefunden und stets an dem Glauben festgehalten, daß nur das frisch der Erde entquellende und an Ort und Stelle benützte Mineralwasser seine volle heilkräftige Wirkung ausübt. Der bekannte Arzt Hufeland hat dieser Überzeugung vor jetzt schon bald hundert Jahren in den folgenden Worten prägnanten Ausdruck verliehen[1]: „Unstreitig ist der Gebrauch der Mineralwässer aus der Quelle, d. h. aus den lebendigen Händen der Natur selbst, der einzig wahre, und bei welchem allein man das Naturprodukt ganz und in seiner vollen Kraft und Reinheit genießt. Sie sind so reich an flüchtigen Stoffen, die wir schon kennen, daß die geringste Trennung vom Ganzen, von ihrer gewöhnlichen Temperatur, der bloße Übergang aus ihrem unterirdischen Laboratorium zur ersten Berührnng mit Tageslicht und atmosphärischer Luft schon eine höchst beträchtliche Entmischung in diesen feineren Stoffen bewirken muß, so daß man sie, genau genommen, unmittelbar aus der Quelle mit den Lippen trinken sollte (so wie der Säugling nur an seiner Mutter Brust die wahre Lebensmilch trinkt); und da sich dies nicht wohl tun läßt, wenigstens in der möglichsten Schnelligkeit den Becher zum

[1] Hufeland, „Übersicht der vorzüglichsten Heilquellen Deutschlands" 1815, nach Stegmann & Just (Wien. Klin. Wochenschr. 1906, No. 23).

Munde führen sollte; denn gewiß ist jeder Augenblick Verzögerung auf diesem Wege mit großem Verluste der Heilkraft verbunden. Dasselbe gilt vom Bade." „Dies alles erregt bei mir die Vermutung, daß die vulkanische Hitze entweder weit inniger mit dem Mineralwasser gebunden ist als die gewöhnliche, oder aber, daß sie etwas ganz anderes ist als die gewöhnliche und daß sie es allein ist, die jenen Quellen die außerordentliche Kraft mitteilt, auf den Organismus einzuwirken, und daß sie als ein neuer Stoff für chemische und medizinische Untersuchung zu betrachten ist." [1]

Bewahrheitet es sich, wie es den Anschein hat, definifiv, daß es die radioaktiven Stoffe und ihre Emanationen sind, auf denen die Heilkraft vieler Gesundbrunnen beruht, so hat jener alte Volksglaube und haben die ahnungsvollen Worte Hufelands durch die neuesten Forschungen eine wissenschaftliche Erklärung und eine glänzende Bestätigung gefunden.

---

[1] Auch schon von Paracelsus u. a. Jatrochemikern werden ähnliche Ansichten vertreten.

Die Bedeutung
der
flüssigen und scheinbar lebenden Kristalle
für
die Theorie der Molekularkräfte

von

Geh. Hofrat Dr. O. Lehmann.

Die Genauigkeit und Vollständigkeit, mit welcher sehr viele physikalische Erscheinungen in ihrem ganzen Verlaufe vorausberechnet werden können, erweckt leicht die irrige Vorstellung, das System von Begriffen und von mathematischen Beziehungen zwischen denselben, welches den wesentlichen Inhalt der Physik bildet, sei bereits ein vollkommenes und die Aufgabe des Physikers sei eigentlich nur, zu ermitteln, wie sich die der Rechnung noch nicht zugänglichen Erscheinungen dem System eingliedern lassen. Um so verblüffender wirkten daher Entdeckungen wie die der Hertzstrahlen, der Röntgenstrahlen und Becquerelstrahlen, insofern sie erkennen ließen, daß selbst auf den bestuntersuchten Gebieten noch sehr wesentliche Lücken vorhanden waren.

Die Unmöglichkeit physikalischer Erklärung der bei Organismen sich abspielenden Vorgänge, trotz der unzweifelhaften Gültigkeit der physikalischen und chemischen Gesetze auch auf diesem Gebiete, weist darauf hin, daß speziell die Physik der Materie oder Molekularphysik noch mit vielen Unvollkommenheiten behaftet sein muß. Nur aufmerksame Beobachtung und logische Prüfung des experimentell Gefundenen kann hier zur Aufklärung führen. Die bekannten Analogien zwischen dem Wachstum der Kristalle und dem der Organismen veranlaßten mich deshalb schon vor 34 Jahren, den Kristallisationserscheinungen besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden, in der Hoffnung, irgendwelche Anhaltspunkte zu weiterer Feststellung der Wirkungsgesetze der Molekularkräfte zu finden. Alle Mühe schien aber zunächst vergebens, denn, von Kleinigkeiten abgesehen, gleichen sich zwei verschiedene Kristallbildungen wie ein Ei dem andern, sogar die bis dahin nur selten untersuchte Bildung der Kristalle in einem festen Medium, wie sie bei der Umwandlung polymorpher Modifikationen auftritt, erwies sich von der gewöhnlichen Kristallisation aus Lösungen nur dadurch verschieden, daß, anscheinend infolge der

großen inneren Reibung, welche sich der „molekularen Umlagerung“[1] naturgemäß entgegenstellen mußte, keine gleich vollkommenen, modellartigen Gestalten erhalten wurden, wie aus Lösungen. Der Reibungswiederstand sollte sich nach der damaligen Auffassung[2] auch insofern geltend machen, als nicht wie bei Lösungen bei Überschreitung einer gewissen Temperatur (Sättigungs- bezw. Umwandlungstemperatur) im einen oder andern Sinne Kristallwachstum oder Auflösung, bezw. Umwandlung oder Rückumwandlung erfolgt, sondern eine beträchtliche, durch die Größe der inneren Reibung bestimmte Überhitzung bezw. Unterkühlung bis zu einer sogenannten „Grenztemperatur“ erforderlich wäre, derart, daß etwa die Mitte zwischen den beiden Grenztemperaturen der Sättigungstemperatur bei Lösungen entspräche. Das erste neue Ergebnis meiner Untersuchungen, zunächst bei Ammoniumnitrat, bei welchem ich vier (später fünf) polymorphe Modifikationen auffand, war das, daß eine Überhitzung oder Überkühlung nicht eintritt, vielmehr die Umwandlung vorwärts und rückwärts bei derselben Temperatur sich vollzieht, falls nur die beiden Modifikationen sich in inniger Berührung befinden oder höchstens durch eine dünne Schicht Lösung getrennt sind, in welch letzterem Fall die Umwandlung infolge der verschiedenen Löslichkeit der beiden Modifikationen eintritt. Im ersten Fall wird gewöhnlich infolge der Volumveränderungen die Berührung der beiden Modifikationen bald da, bald dort aufgehoben, wodurch die Unregelmäßigkeiten der entstehenden Form sich erklären lassen.

Die Existenz der neu entdeckten „Umwandlungstemperatur“[3] warf ein helles Licht auf diesen speziellen Fall der Kristallisation, sie lehrte, daß dabei Reibungswider-

---

[1] So nannte man damals den Vorgang, weil nach der Raumgittertheorie des Polymorphismus (Kontinuitätstheorie der Aggregatzustände) das Raumgitter der Moleküle einfach in ein anderes übergehen sollte ohne Änderung der Moleküle selbst.

[2] Siehe Gibbs, thermodynamische Studien 1876, deutsch von W. Ostwald 1892, S. 43, Anm. 1.

[3] Bereits Frankenheim hat deren Existenz vermutet. Nach Ostwald, Lehrb. d. allg. Chem. 2 (3) 1906 S. 208, soll erst van t'Hoff (1887) den Begriff der Umwandlungstemperatur eingeführt haben, indeß ist in van t'Hoffs Schrift auf meine Untersuchungen Bezug genommen.

stände nicht in Betracht kommen[1], daß es sich somit nicht um eine einfache Verschiebung der Moleküle aus der alten Anordnung zu einem neuen Raumgitter handeln kann, um eine „molekulare Umlagerung" im Sinne der Kontinuitätstheorie, daß vielmehr die Umwandlung die Moleküle selbst betreffen muß, falls es solche überhaupt gibt.

Hierdurch wurde zugleich ein für die Molekulartheorie sehr unbequemer Mißstand beseitigt, der durch die Entdeckung der vier (fünf) festen Modifikationen des Ammoniumnitrats entstanden war. Wohl hatte van der Waals gezeigt, daß es anscheinend möglich ist, den Vorgang der Umwandlung der gasförmigen Modifikation eines Stoffes in die flüssige vom Standpunkt der Kontinuitätstheorie zu begreifen[2], aber schon der einfache Erstarrungsvorgang ließ sich, da die Formel nur zwei Konstanten enthält, schwer verstehen, mindestens nicht ohne Zufügung weiterer Konstanten, welche sich aber physikalisch nicht rechtfertigen läßt. Daß aber das entstandene Raumgitter mit weiter sinkender Temperatur plötzlich in ein anderes, dieses dann ebenso in ein drittes, sodann in ein viertes und gar in ein fünftes umklappen sollte, erschien mit Rücksicht auf den heftigen, zudem sehr unregelmäßigen Bewegungszustand der Moleküle, welchen die Theorie zur Erklärung der Wärmeerscheinungen annehmen mußte, ganz undenkbar. Mechanisch lassen sich eben solche Umlagerungen nur verstehen, wenn sie ihren Grund haben in einer Änderung der Moleküle selbst, welche eine Änderung der von ihnen ausgeübten Kräfte bedingt.

Auch bezüglich der Art dieser Änderung gaben meine Untersuchungen Anhaltspunkte. Ich fand, daß sie ganz analog sind der Dissoziation lockerer, chemischer Verbindungen (Krystallwasserverbindungen, Molekularverbindungen), welche ebenfalls eine Umwandlungstemperatur für die Umwandlung im festen Zustand besitzen, die allerdings, da die Zersetzungs-

[1] Reibung macht alle mechanischen Vorgänge irreversibel, es wäre also nicht möglich, daß bei der Umwandlungstemperatur die geringste Erhöhung bezw. Erniedrigung der Temperatur, d. h. die geringste Größe der in Betracht kommenden Molekularkräfte genügt, die Umwandlung im einen oder andern Sinne herbeizuführen.

[2] Daß auch dies nicht zutrifft, habe ich später nachgewiesen. Siehe O. Lehmann, Ann. d. Phys. 12, 339, 1903; Flüssige Kristalle, S. 246; J. Frick's phys. Technik, 7. Aufl., Bd. I (2) S. 1110.

produkte zum Teil flüssig sind, mehr der Schmelztemperatur entspricht, ein übrigens ganz unwesentlicher Unterschied, da folgerichtig auch das „Schmelzen" in gleichem Sinne gedeutet werden muß, d. h. als enantiotrope Umwandlung, beruhend in einer Änderung der Beschaffenheit der Moleküle.

Man könnte sich also diese als Dissoziation bezw. Polymerisation vorstellen; doch wird es zweckmäßig sein, die Frage zunächst offen zu lassen. Daß Molekulargewichtsbestimmungen und das chemische Verhalten darüber keine Auskunft geben, ist kein Gegengrund, da gleiches ja auch für die Dissoziation der genannten lockeren Verbindungen gilt. Der Einwand, daß bei diesen eine molekulare Änderung nicht in Frage komme, ist haltlos, da sie dann Milchkrystalle (ineinandergestellte Raumgitter der zwei Komponenten) sein müßten, bei solchen aber die Eigenschaften stets mittlere sind, was für Molekularverbindungen nicht zutrifft.

Natürlich muß die Anderung der Moleküle stets auch eine Änderung des Raumgitters zur Folge haben und in manchen Fällen, speziell bei Protocatechusäure, Chinondihydroparadicarbonsäurester[1] und ganz besonders bei Paraazophenetol[2] findet diese sogar, meinen Beobachtungen zufolge, nicht einfach innerhalb der gegebenen Gestalt des Kristalles statt, was eine Pseudomorphose der neuen Form nach der früheren ergeben würde, sondern es treten schiebende Kräfte auf von nicht unbeträchtlicher Sträke, welche eine Änderung der Gestalt bewirken, ungefähr so, wie sie eintreten müßte, wenn das Raumgitter ohne Änderung der Moleküle, ähnlich wie ein einstürzendes Kartenhaus, die neue Form annehmen würde unter Aufrechterhaltung der vorhandenen ebenen Begrenzungsflächen.[3]

---

[1] O. Lehmann, Wied. Ann. **25**, 173, 1885; Flüssige Kristalle, S. 169, 1904.

[2] S. Dreyer und Rotarski, Zeitschr. f. phys. Chem., **54**, 353, 1906 und O. Lehmann, Ann. d. Phys., **17**, 734, 1905. Betrachtet man solche Kristalle während der Umwandlung in polarisiertem Licht, so bleibt trotz des starken Dichroismus (weiß-gelb) die Färbung ungeändert, auch die Lage der Auslöschungsrichtungen ändert sich nicht.

[3] Daß diese Wirkung nur bei inniger Berührung eintritt, kann man (insbesondere bei Paraazophenetol) ohne weiteres erkennen, weil bei Zusatz eines Lösungsmittels (z. B. Anilin) die Kraftwirkung verschwindet, indem sich nun eine dünne Schicht Lösung zwischen die beiden Modifikationen schiebt, welche die Umwandlung infolge der verschiedenen Löslichkeit der beiden Modifikationen ermöglicht.

Die bei Überschreitung der Umwandlungstemperatur geweckte Molekularkraft an der Grenze der beiden Modifikationen bewirkt also nicht nur die Umwandlung der labil gewordenen Moleküle, sondern übt auch ein Drehmoment auf dieselben aus, welches sie in gesetzmäßige Stellung gegen die der andern Modifikation bringt. Ein solches Drehmoment ist auch dann vorhanden, wenn es sich nicht durch Auftreten einer schiebenden Kraft geltend macht, z. B. bei der Umwandlung der tetragonalen Modifikation des Ammoniumnitrats in die mono-symmetrische[1], wobei letztere in regelmäßiger Orientierung gegen die erstere auftritt ohne Änderung der Gestalt. Hier läßt sich ja auch von vornherein nicht einsehen, weshalb beim Übergang des rechtwinkligen Raumgitters von tetragonaler Symmetrie in ein solches von ähnlicher Symmetrie eine schiebende Kraft auftreten sollte Eine solche kann sich nur einstellen, wenn (wie bei den genannten Fällen) ein rechtwinkliges oder schiefes Raumgitter in ein solches von anderer Schiefe übergeht. Daß die schiebende Kraft dieselbe ist, wie diejenige, welche die Umwandlung bewirkt, geht daraus hervor, daß z. B. bei Paraazophenetol die Umwandlung durch Hinderung der Schiebung gehemmt werden kann. Bis zu gewissem Maße wird dann die Tendenz zur Schiebung mit dem Abstand von der Umwandlungstemperatur größer, wie man aus dem explosionsartigen Absprengen des Deckglases infolge der eintretenden Schiebung schließen kann, doch wird zuletzt ein Maximum erreicht, wie hinsichtlich der Umwandlungsgeschwindigkeit.

Regelmäßige Orientierung von zwei verschieden beschaffenen Kristallmolekülen tritt auch bei der Bildung von Schichtkristallen ein[2], welche auf der Wirkung der Adsorptionskraft beruht. Dies macht es wahrscheinlich, daß die bei der Umwandlung tätige Kraft keine andere ist, als die Adsorptionskraft, der wohl auch das Kristallwachstum überhaupt zuzuschreiben ist.[3] Die Wirkungen dieser molekularen Kraft wären hiernach dreifache:

---

[1] Sie ist monoklin nach Wallerant, Compt. rend. **142**, 217, 1906 Die tetragonale ist nach Wallerant auch unter −16° beständig.

[2] Siehe die betreffenden Kapitel in meinem Buche „Molekularphysik", Bd. I, S. 393 oder „Flüssige Kristalle", S. 166. Leicht zu beobachten ist die regelmäßige Anlagerung von Kupferchlorid-Chlorammonium an Salmiak und an Kupferchlorid.

[3] Siehe auch das Kapitel „Kristallisationskraft" in meinem Buche „Flüssige Kristalle" S. 137.

1. Das Festhalten der durch den osmotischen Druck gegen die Kristalloberfläche hingetriebenen Moleküle — wie allgemein bei Adsorption — Kristallisationskraft.

2. Das Drehen der Moleküle in gesetzmäßige (im einfachsten Falle parallele) Stellung — molekulare Richtkraft.[1]

3. Die Umgestaltung dieser Moleküle, wenn sie infolge Überschreitung der Umwandlungstemperatur im einen oder andern Sinne labil geworden sind — Umwandlungskraft.

Jede dieser Wirkungen kann durch die absorbierende Kraft fremder Moleküle, insbesondere auch der des Glases gestört werden.

Was Punkt 1 anbelangt, so fand ich zunächst durch Beobachtung, daß die durch Überkühlung einer Schmelze entstehenden amorphen (isotropen) Körper von den kristallisierten prinzipiell dadurch verschieden sind, daß sie nicht wachsen können.[2] Amorpher Zucker, in beliebig konzentrierte Zuckerlösung eingesetzt, wächst nicht wie ein Zuckerkristall, sondern löst sich auf, ebenso Kolophonium in einer Kolophoniumlösung. Eine alkoholische Harzlösung, mit Wasser gefällt, scheidet Tröpfchen einer hochkonzentrierten Lösung aus, die allmählig durch weitere Entziehung des Lösungsmittels amorph fest werden, also einschrumpfen, nicht wachsen. Als Konsequenz des oben dargelegten Ergebnisses, daß die Kontinuitätshypothese unrichtig sein muß, daß sich somit auch der sogenannte feste und flüssige Zustand eines Körpers durch die Moleküle unterscheiden müssen und Lösung der festen in der flüssigen Modifikation möglich ist — wodurch die Anomalien der Ausdehnung usw. in der Nähe des Erstarrungspunktes ihre Erklärung fanden — fand ich weiter, daß eine unterkühlte Schmelze, somit ein amorpher Körper betrachtet werden muß als Gemisch von Flüssigkeitsmolekülen mit den Molekülen der verschiedenen festen Modifikationen, deren Mengenverhältnis von der Temperatur abhängt, derart, daß mit sinkender Temperatur die Zahl der Flüssigkeitsmoleküle immer mehr ab-

[1] Die weiteren Betrachtungen werden ergeben, daß dieselbe mit der Gestaltungskraft zusammenhängt, die auf dem Bewegungszustand der Moleküle beruhen dürfte.

[2] Man hat dieses Ergebnis als unvereinbar mit den bestehenden Anschauungen bestritten (s. d. Kapitel Amorphie in dem Buche Flüssige Kristalle), doch fehlt bis heute der Nachweis eines amorphen Körpers, welcher wachsen kann wie ein Kristall.

nimmt, die der bei niedriger Temperatur stabilen Modifikationen dagegen wächst. Wenn also ein solches Aggregat verschiedener Moleküle nicht wie ein aus derselben Art von Molekülen zusammengesetzter Kristall die in hochkonzentrierter Lösung enthaltenen Moleküle der einen Art festzuhalten vermag, so muß man daraus schließen, daß die Adsorptionskraft der gleichartigen Moleküle im amorphen Körper beeinträchtigt ist durch die Anwesenheit der fremden Moleküle.

Bezüglich des Punktes 2 fand ich zunächst ebenfalls rein empirisch, daß die Struktur eines Kristalls auffallende Störungen erleidet, wenn derselbe eine nicht isomorphe Substanz aufnimmt, daß somit die molekulare Richtkraft durch Zusätze geändert wird. Nach der damals herrschenden Theorie sollten solche Mischungen unmöglich sein; gründete sich doch die Reinigung durch fraktionierte Kristallisation, die Einreihung der Mineralien in ein System, ja sogar ein Verfahren der Molekulargewichtsbestimmung auf den Satz, daß verschiedene Stoffe aus derselben Lösung getrennt kristallisieren, ausgenommen die isomorphen Stoffe. Meine mikroskopischen Untersuchungen ergaben im Gegensatz hierzu, daß die Adsorptionskraft zur Bildung von Mischkristallen auch bei nicht isomorphen Stoffen führen kann (z. B. Salmiak mit Chloriden schwerer Metalle), wenn auch nur in beschränktem Verhältnis, während umgekehrt isomorphe unter Umständen keine Mischkristalle bilden oder ebenfalls nur in beschränktem Verhältnis.[1]

Natürlich wurde dies zunächst als irrtümlich bestritten[2], die Folgezeit hat aber die Richtigkeit erwiesen. Die Strukturstörungen durch Einwirkung nicht isomorpher Körper können, beginnend von Entstehung optischer Anomalien und Neigung zur Krümmung und Verzweigung der Kristalle, bis zu trichitischer Zerfaserung oder Aufblätterung und Bildung von Sphärokristallen oder ganz

[1] S. O. Lehmann, Zeitschr. f. phys. Chemie. 8, 439, 1883. Hier ist diese beschränkte Mischbarkeit bereits in Parallele gestellt zur beschränkten Löslichkeit bei Flüssigkeiten. Nach Ostwald, Lehrb. d. allg. Chem. Bd. 2 (3), S. 1, 1906 soll van t' Hoff (1890) dies zuerst getan haben, indes ist in seiner Abhandlung auf meine Untersuchungen Bezug genommen. Siehe ferner Flüssige Kristalle S. 152 u. 172. Ein leicht zu beobachtendes Beispiel ist Salmiak, auf der einen Seite Eisenchlorid aufnehmend.

[2] Siehe meine Erwiderung an H. Kopp, Ber. d. d. chem. Ges. 17, 1733, 1884.

unförmlichen knorrigen Gebilden fortschreiten (z. B. bei Mekonsäure mit Zusatz von Gentianaviolett). Die fremde Einlagerung hindert die orientierende Wirkung der molekularen Richtkraft derart daß das Raumgitter ein ganz unregelmäßiges werden kann, wie die optischen Eigenschaften beweisen.

Punkt 3. Bei solchen Mischkristallen wurde auch der Einfluß fremder Beimischungen auf die Umwandlungstemperatur, die Erschwerung der Umwandlung durch Verminderung der Umwandlungsgeschwindigkeit und die Erhöhung der Lebensdauer labiler Modifikationen von mir aufgefunden.[1] Neuerdings gelang es mir aber auch die Erschwerung der Umwandlung bei Ammoniumnitrat durch den adsorbierenden Einfluß von Glasflächen nachzuweisen, indem eine möglichst dünne Schicht der Substanz durch Einbringen derselben zwischen einen Objektträger und eine als Deckelglas dienende konvexe Linse erzeugt wurde.[2] Ganz besonders auffallend zeigte sich die Wirkung bei flüssigen Kristallen, insofern die am Glase adhärierende Molekülschicht noch unverwandelt bleibt, wenn auch bereits die ganze übrige Masse durch Temperaturerhöhung in den kristallinisch-flüssigen oder isotrop-flüssigen Zustand übergegangen ist. Freilich wurde auch dies als den bestehenden Anschauungen zuwiderlaufend bestritten. (S. Flüssige Kristalle, S. 84, § 21.)

Die Auffindung solcher plastisch weicher und fließender Kristalle, welche freischwebend zusammenfließen können wie Öltropfen, ja sogar zweifellos flüssiger Kristalle, war ein weiterer Fortschritt, welcher auf Grund der gewonnenen Ergebnisse erzielt wurde. Damit wurde ein ganz neues Gebiet betreten, freilich zunächst nur mit dem Erfolg, daß sich allgemeiner Widerspruch geltend machte derart, daß die Lehrbücher von der Existenz der flüssigen Kristalle noch heute nach 16 Jahren keine Notiz nehmen. Nach der herkömmlichen, auch heute noch herrschenden Kontinuitäts- oder Raumgittertheorie waren flüssige Kristalle undenkbar. Um die Diffusionserscheinungen erklären zu können, muß man annehmen, daß in Flüssigkeiten ähnlich wie in Gasen die Moleküle sich in beständiger Bewegung befinden, aber nicht in gradliniger, sondern durch die Kohäsion beeinflußt, in kriechender.

---

[1] S. O. Lehmann, Wied. Ann. **24**, 13, 1885; Molekularphysik 1 788 u. ff. 1889.

[2] S. O. Lehmann, Ann. d. Phys. **18**, 802, 1905.

Als Axiom nimmt die Kontinuitätstheorie an, daß bei der Kondensation eines Gases zur Flüssigkeit die Moleküle durchaus unverändert bleiben.[1] Ihre gegenseitige Lage ist natürlich völlig ungeordnet und beständig wechselnd, bis zum Eintritt der kristallinischen Erstarrung, wobei sie sich zu einem regelmäßigen Punktsystem (Raumgitter) ordnen, wie zu schließen ist: a. aus der polyedrischen Form der Kristalle, b. ihrer anisotropen Struktur, c. der diskontinuierlichen Erstarrung bei einer bestimmten Temperatur. Auch hierbei sollen die Moleküle ungeändert bleiben. Im Falle der amorphen Erstarrung durch Überkühlung der Schmelze soll einfach die ungeordnete Lage der Moleküle erhalten bleiben und nur deren Ortsveränderung, die kriechende Bewegung aufhören.[2]

Plastische Deformation eines Kristalls (Schmieden, Kneten) ist nach dieser Raumgitter- oder Kontinuitätstheorie unmöglich. Sie würde ja eine Änderung des Raumgitters bedingen, somit eine Änderung der Eigenschaften, denn die verschiedenen Eigenschaften dimorpher Modifikationen erklärt die Raumgittertheorie eben einfach dadurch, daß dieselben Moleküle in verschiedenen Raumgittern angeordnet sind. Jede solche Modifikation hat ihren besonderen Schmelzpunkt, ihre eigene Löslichkeit, Farbe, Lichtbrechung usw., kurz die Art der Aggregation der Moleküle ist nach der Raumgittertheorie von wesentlichstem Einfluß auf die Eigenschaften der Substanz und jede Änderung der Aggregation d. h. des Raumgitters müßte dementsprechende Änderung der Eigenschaften zur Folge haben, der Kristall müßte sich unter Einfluß einer deformierenden Kraft „umwandeln“, er könnte nicht unter Erhaltung seiner Einschaften einfach „fließen“.

Freilich besteht theoretisch die Möglichkeit anzunehmen, die Deformation bewirke eine Zertrümmerung in kleine Partikelchen,

---

[1] Selbstverständlich sind vereinzelt Ausnahmen als Begleiterscheinung der Kondensation stets als möglich zugelassen worden.

[2] Die neuere physikalische Chemie rechnet die amorphen Körper nicht zu den festen Körpern, sondern zu den Flüssigkeiten, selbst wenn sie ein Maß von Elastizität besitzen wie Harz oder Glas, weil die Dampftensionskurve des amorphen Körpers die stetige Fortsetzung derjenigen des flüssigen bildet, während dem kristallisierten eine anders verlaufende Kurve zukommt. Fest und kristallisiert sollen nach dieser Auffassung identisch sein — eine Konfusion der Begriffe, die lediglich dadurch bedingt ist, daß der Kontinuitätstheorie entsprechend die Moleküle im flüssigen oder amorphen Zustand als identisch betrachtet werden.

die ihr Raumgitter, also ihre Eigenschaften behalten; aber damit sich diese Trümmer lückenlos aneinanderschließen und durch eine der Kohäsion gleiche Adhäsion verbunden bleiben, ist anzunehmen, daß ihre Größe sich nicht von der der Moleküle unterscheidet d. h. daß der Kristall in ein unregelmäßiges Molekularaggregat — der Theorie nach einen amorphen Körper — übergeht. So findet man denn auch häufig in der Literatur geschmiedete Metalle als „amorph" bezeichnet. Sie sollen durch Erschütterungen wieder „kristallinisch" werden d. h. die Moleküle sollen sich gruppenweise zu Raumgittern ordnen können. Meine mikroskopischen Versuche haben dagegen gelehrt, daß durch Schmieden die Eigenschaften eines Kristalls nicht in die sehr charakteristischen eines amorphen Körpers (Mangel eines scharfen Schmelzpunkts, reversibler Löslichkeit usw.) übergehen, die Ansicht somit irrig sein muß. Daß selbst eine geringfügige vorübergehende Deformation des Raumgitters z. B. die elastische Durchbiegung eines Glimmerblattes eine Änderung der Eigenschaften herbeiführen müsse, hat die Kontinuitätstheorie dadurch als erwiesen betrachtet, daß der Spannungszustand eines solchen elastisch verbogenen Kristalls verschwinden müßte, wenn er in gesättigte Lösung gesetzt würde infolge davon, daß auf der konvexen Seite die Lösungstension erhöht, auf der konkaven vermindert wäre, so daß sich von selbst ein Diffusionsstrom einstellen und der Spannungszustand infolge dessen verschwinden würde. Experimentell kann man aber hiervon nichts wahrnehmen.

Bezüglich der bleibenden Deformation war mir schon 1872 aufgefallen, daß sich ein klarer Gipskristall anscheinend ohne Entstehung irgend welcher Risse dauernd zu einem Ring verbiegen läßt. Noch deutlicher beobachtete ich dies 1876 bei nadelförmigen Kristallen von Ammoniumnitrat, welche sich aus heißem verdünntem Alkohol ausgeschieden hatten. Auch hierbei tritt keine Änderung der Eigenschaften ein. Beim Einsetzen solcher Ringe aus Ammoniumnitrat in gesättigte Lösung konnte keinerlei Änderung der Löslichkeit beobachtet werden. Ebensowenig zeigte sich eine Änderung der Temperatur der Umwandlung in andere Modifikationen. Hiermit war bewiesen, daß Strukturänderung eines Kristalls möglich ist ohne Änderung der Eigenschaften, die übliche Kontinuitätstheorie somit nicht zutreffen

kann. Gleiches lehrt die Untersuchung der von Natur aus gekrümmten Kristalle, der Trichiten und Sphärokristalle. Hiernach schien denkbar, daß weiche Kristalle existieren könnten, welche von zäheren Flüßigkeiten nicht zu unterscheiden wären. Eine solche Verwechslung ist mir in der Tat selbst begegnet beim Jodsilber. Man hielt bis dahin (1876) die über 146° stabile Modifikation für eine zähe Flüssigkeit; erst durch sorgfältige mikroskopische Untersuchungen wurde mir klar, daß sie regulär kristallisiert ist. In diesen Kristallen ist sogar, wie ich weiter fand, eine Art Diffusion möglich, nämlich Wanderung von Silberionen, welche sich darin mit gleicher Geschwindigkeit bewegen wie im Schmelzfluß.

Mit der Zeit fanden sich noch weichere Kristalle, von welchen genannt sein mögen das Cholesterylbenzoat von Reinitzer aus Mandelöl kristallisierend, Ammoniumoleat aus Alkohol, Paraazoxybenzoesäureaethylester von Vorländer aus Xylol, Paraazoxyzimtsäureaethylester von Vorländer aus Monobromnaphtalin, Phytosterylvalerat von Jaeger (ohne Lösungsmittel) usw., ja schließlich wurden Stoffe gefunden, die in genau kugelförmigen Kristalltropfen auftreten, wie z. B. das Paraazoxyphenetol von Gattermann aus Olivenöl mit einer Spur Kolophonium.[1] Die letzteren müssen zweifellos als „flüssige" Kristalle bezeichnet werden, da sie sicher keine Verschiebungselastizität besitzen; bezüglich der vorhergenannten kann man im Zweifel sein, ob nicht die polyedrische Form, die sie freischwebend annehmen, das Vorhandensein eines, wenn auch nur äußerst geringen Maßes von Verschiebungselastizität beweist. In Luft ist die polyedrische Form nicht zu beobachten, da hier die Oberflächenspannung so groß ist, daß sie die Masse zu einem Tropfen zusammendrückt, aber auch an der Grenze gegen eine andere Flüssigkeit ist die Oberflächenspannung nicht verschwindend, es muß ihr also notwendig eine Kraft — ich nenne sie Gestaltungskraft — Widerstand leisten, falls keine Kugel entsteht.

Schon dieser eine Punkt läßt erkennen, daß die fliessenden Kristalle geeignet sind, wesentliche Aufklärung bezüglich der Wirksamkeit der Molekularkräfte auch in quantitativer Hinsicht

[1] Fig. 1 der Tafel 6 zeigt solche Tropfen in natürlichem Licht, Fig. 2 in polarisiertem, Fig. 3 zwischen gekreuzten Nicols, Fig. 9 ein zusammenhängendes Aggregat von Tropfen in natürlichem Licht.

zu bringen. Die eingehendere Beobachtung ihres Verhaltens ergibt wirklich eine Menge solcher Tatsachen, die sich voraussichtlich in diesem Sinne verwerten lassen werden. Sie sollen — soweit bis jetzt bekannt — nachstehend nur in aller Kürze aufgezählt werden, um eine Übersicht zu geben, das Nähere kann in den Spezialabhandlungen[1] nachgesehen werden. Man wird zweckmäßig etwa fünf Gruppen unterscheiden, insofern sie sich beziehen auf: 1. Flüssige Kristalle, 2. Fliessende Kristalle, 3. Flüssig-kristallinische Phasen, 4. Scheinbar lebende Kristalle, 5. Kristalle und Organismen.

1. Flüssige Kristalle (ohne Gestaltungskraft). Die vektoriellen Eigenschaften der flüssigen Kristalle, welche sich aus energetischen Betrachtungen ohne Beiziehung von Molekularhypothesen nicht ableiten lassen, sprechen noch weit mehr als die der starren für die Existenz von Molekülen. Die Existenz der Kristalltropfen, deren Eigenschaften wie Löslichkeit usw. überall dieselben sind, auch an den Symmetriepunkten, um welche sich die Moleküle in konzentrischen Kreisen gruppieren, wo also die Art ihrer Aggregation von dem normalen Raumgitter so stark wie möglich abweicht, beweist, daß solche Abweichungen nicht die geringsten Änderungen der Eigenschaften zur Folge haben, die alte Kontinuitätshypothese somit durchaus unrichtig sein muß.

Die molekulare Richtkraft, welche die Struktur der kristallinischen Flüssigkeiten aufrecht erhält, läßt sich wohl nur als Folge anisotroper Beschaffenheit der Moleküle, etwa auf Grund der Elektronentheorie deuten, die als Teil der Molekulartheorie aufzufassen ist, da Elektronen Elektrizitätsatome sind.

Weitere Ergebnisse sind die folgenden:

1. Die Doppelbrechung beruht auf der Beschaffenheit der Moleküle (Anisotropie bezüglich der Dielektrizitätskonstanten oder

[1] Zeitschr. f. phys. Chem. **4**, 462, 1889; **5**, 427, 1890; Wied. Ann. **40**, 401, 1890; Zeitschr. f. Krist. **18**, 457, 1890; Wied. Ann. **41**, 525, 1890; Zeitschr. f. phys. Chem. **18**, 91, 1895; Verh. d. d. phys. Ges. **3**, 16, 1900; Verh. d. Karlsr. nat Ver. **13**, 1900; Ann. d. Phys. **2**, 649, 1900; **5**. 236, 1901; **8**, 908, 1902; **9**, 727, 1902; **12**, 311, 1903; **16**, 160, 1905; **17**, 728, 1905; Zeitschr. f. Elektrochemie, 1905, S. 955; Ann. d. Phys **18**, 796, 808, 1905; Chemikerzeitung **30**, 1, 1906; Ann. d. Phys. **19**, 22, 1906; **19**, 407, 1906; **20**, 63, 77, 1906; Verh. d. d. phys. Ges. **8**, 143, 1906; Umschau 1906, Nr. 47; Phys. Zeitschr. **7**, 392, 1906; Archiv f. Entwicklungsmechanik d. Organismen **21**, Heft 3, 1906; Phys. Zeitschr. **7**, 578, 1906; Ann. d. Phys. 1906; Zeitschr. f. phys. Chem. 1906 (noch unter der Presse).

ungleichmäßiger Ausdehnung nach verschiedenen Richtungen) und wird durch deren Aggregation schon deshalb nicht beeinflußt, weil nur eine einzige Art der Aggregation möglich ist. Lokale Störung derselben wie bei Kristalltropfen erzeugt Schlieren, Drehung der Polarisationsebene und ähnliche unwesentliche Abweichungen, wie sie auch durch Übereinanderschichtung von Kristalllamellen entstehen.

2. Gleiches gilt für die Lichtabsorption, d. h. den Dichroismus. Dichroismus durch Druck beruht, ebenso wie Doppelbrechung durch Druck, auf Parallelrichtung anisotroper Moleküle.

3. Störung der Struktur durch fremde Beimischungen, z. B. von Kolophonium oder Cholesterylbenzoat zu Paraazoxyphenetol erzeugt intensive Drehung der Polarisationsebene und der Richtung stärkster Absorption.

4. Diese Strukturstörung kommt auch zum Ausdruck durch Rotation der Tropfen bei Erwärmung von unten, infolge entstehender Anisotropie bezüglich der Reibung auf der Oberfläche, ferner durch Verdrillung der Tropfen (Fig. 4) und Verdrehung Struktur bei Aggregaten (Fig. 5).

5. Durch die adsorbierende Wirkung des Glases kann Pseudoisotropie hervorgerufen werden, d. h. die optische Achse stellt sich überall senkrecht zur Glasfläche, namentlich bei Anwesenheit fremder Beimischungen [1]. Durch Druck, elektrische Kräfte usw. wird die Doppelbrechung wieder hergestellt.

6. Die dünnen am Glas adsorbierten Schichten bedingen bei Abwesenheit eines Lösungsmittels die Orientierung der übrigen Moleküle. Sie können durch Streichen (Reibung) derart verändert werden wie weiche Kristalle (erzwungene Homöotropie), so daß die ganze Masse einheitliche Struktur erhält.

7. Der Magnetismus ändert die Doppelbrechung freischwebender Kristalltropfen, indem er a. deren Symmetrieachse, b. die Moleküle den Kraftlinien parallel richtet, er wirkt nicht etwa durch eine Veränderung der Struktur des Äthers.

8. Die übrigen physikalischen Eigenschaften (Löslichkeit, Schmelzpunkt usw.) sind völlig unabhängig von der Art der Aggregation der Moleküle.

---

[1] Höchst auffällig zeigt sich dies bei Paraazoxyphenetol nach Zumischung einer neuen von Herrn Vorländer entdeckten Substanz. Ferner bei Mischungen von Methoxyzimtsäure und Anisaldazin.

9. Auch die Oberflächenspannung ist trotz der verschiedenen Lagerung der Moleküle an allen Stellen der Oberfläche eines Kristalltropfens dieselbe.

10. Die Umwandlungstemperatur der vom Glas adsorbierten Molekülschichten ist erhöht, so daß sie auch bei erheblichem Erhitzen über den normalen Umwandlungspunkt (Klärungspunkt) erhalten bleiben.

11. Die vorherrschende Stabilität der dicken Tropfen in I. Hauptlage und der dünnen in II. Hauptlage ist ebenfalls als Folge der Adsorptionskraft des Glases zu betrachten.

12. Auch die Wirkung der spontanen Homöotropie beim Zusammenfließen der Tropfen ist im Prinzip die Folge der Adsorptionskraft an der Grenze.

13. Die Herabminderung der Größe der Individuen, die Bildung fein lamellierter Misch- und Schichtkristalltropfen ist eine weitere eigenartige Wirkung der Adsorptionskraft.

14. Die Möglichkeit künstlischer Färbung flüssiger Kristalle und der dabei auftretende Dichroismus beweisen, daß auch fremde Moleküle durch die molekulare Richtkraft flüssiger Kristalle beeinflußt werden

2. Fließende Kristalle (mit Gestaltungskraft). Die Ausscheidung der Kristalltropfen aus einer sich abkühlenden heiß gesättigten Lösung ist im Prinzip derselbe Vorgang wie die Ausscheidung einer isotropen (amorphen) Flüssigkeit unter gleichen Umständen (z. B. Phenol aus Wasser), wobei dieselbe ebenfalls in Tropfen auftritt. Ein sofort in die Augen fallender Unterschied ist aber der, daß die Kristalltropfen weit größeres Wachstumsvermögen haben als die amorphen Flüssigkeitstropfen, d. h. in größeren Dimensionen und entsprechend in geringerer Zahl auftreten als diese. Die Ursache ist wohl die bereits oben erwähnte, welche das Wachstum amorpher Körper beeinträchtigt oder unmöglich macht, nämlich, daß solche im allgemeinen Gemenge verschiedenartiger Moleküle sind, während die molekulare Richtkraft in flüssigen Kristallen gewissermaßen eine S e l b s t r e i n i g u n g von anderen Modifikationen bewirkt, da sie nicht nur Parallelrichtung der Moleküle, sondern auch Umwandlung derselben bewirken kann (s. S. 114). Daß die Gestalt eines freischwebenden Tropfens die Kugelform ist, läßt sich auffassen als das Ergebnis der Gegenwirkung von Kohäsion und Expansivkraft.

Erstere kommt zur Geltung als Oberflächenspannung und Binnendruck und wirkt etwa ebenso wie eine gespannte elastische Haut, welche den Tropfen einschließt und ihn zusammen zu drücken sucht. Die Expansivkraft wirkt ihr entgegen, insofern die Moleküle vermöge ihres Bewegungszustandes einen Druck nach außen ausüben, welcher nach der van t'Hoff'schen Theorie, falls der Tropfen im Vakuum oder in der Luft schweben würde, gleich dem Druck derselben Quantität Materie ist, wenn sie — gleiche Molekularbeschaffenheit vorausgesetzt — im gasförmigen Zustand auf den gleichen Raum zusammengedrückt wäre. Ist der Tropfen umgeben von einer andern Flüssigkeit, so ist zu beachten, daß bereits in dieser ein Binnendruck herrscht, welcher sich in den Tropfen hinein fortpflanzt, so daß also dessen Expansivkraft um diesen Binnendruck vermindert ist. In gleicher Weise erscheint die Oberflächenspannung vermindert, da sie nicht mehr an der Grenze gegen Luft, sondern gegen die andere Flüssigkeit wirkt. Immerhin kann man mit Rücksicht auf diese teilweise Kompensation der beiden Kräfte auch hier von einem Gleichgewicht zwischen Expansivkraft (Stoßkraft, Trägheitskraft) und Oberflächenspannung (Kohäsion, wahre Kraft) sprechen.

Vorübergehend kann ein Tropfen unter dem Einfluß deformierender Kräfte auch andere Formen annehmen als Kugelform, nach Beseitigung des Zwangs wird er aber stets nach mehr oder minder langer Zeit, die von der Größe der inneren Reibung (Viskosität) abhängt, wieder zur Kugelform zurückkehren. Bei einem in spezifisch gleichschwerem Gemisch von Xylol und Chloroform suspendierten Syrupfaden, beispielsweise dauert es lange, bis er sich zu einer Kugel kontrahiert hat.

Nach einer sehr verbreiteten Ansicht soll sich ein fester Körper von einem flüssigen nur durch den Grad der inneren Reibung unterscheiden. Dies ist nicht zutreffend, denn solange nur die (der Geschwindigkeit proportionale) innere Reibung vorhanden ist, muß die Masse, wenn nur ausreichend Zeit gegeben ist, immer die Form eines vollkommen kugelförmigen Tropfens annehmen, bei genügend langsamer Strömung ist die innere Reibung verschwindend klein. Das Charakteristikum eines festen Körpers ist vielmehr die Verschiebungselastizität. Beispielsweise wird ein Harzfaden, suspendiert in einer gleichschweren Lösung von Bleizucker in Glyzerin, auch bei beliebig langem Zuwarten sich nicht

zu einer Kugel kontrahieren, weil die Elastizität dies hindert. Man kann in diesem Sinne von einem Gleichgewicht zwischen Oberflächenspannung und Elastizität sprechen, d. h. die Deformation zur Kugel wird nur soweit fortschreiten, bis dies Gleichgewicht erreicht ist; indeß ist der Fall in Wirklichkeit komplizierter.

Ob Verschiebungselastizität vorhanden ist oder nicht, würde sich am besten beurteilen lassen, wenn die Oberflächenspannung an der Grenze gleich Null, d. h. der Tropfen von einer vollkommen damit mischbaren Flüssigkeit umgeben wäre. Beispielsweise wird ein Syrupfaden in einer spezifisch gleichschweren Lösung von Bleizucker in Glyzerin keine Neigung zeigen, sich zur Kugel zu kontrahieren, obschon er, falls die Temperatur nicht allzuniedrig ist, auch bei relativ beträchtlicher Steifigkeit noch als flüssiger Körper zu bezeichnen ist. Sinkt aber die Temperatur unter einen gewissen Grad, so wird sich Verschiebungselastizität einstellen, d. h. beim Verbiegen oder Verdrillen des Fadens bis zur Elastizitätsgrenze, wird beim Nachlassen der Kraft die Deformation vollkommen wieder zurückgehen. Die Elastizitätsgrenze wird zunächst von Null kaum verschieden sein, mit fortgesetzt sinkender Temperatur aber immer mehr anwachsen. Unvollkommene Elastizität, d. h. ein unvollkommenes Rückgängigwerden der Deformation, zeigt sich beim Überschreiten der Elastizitätsgrenze, also auch bei Flüssigkeiten, deren Elastizitätsgrenze gleich Null ist. Wenn also oben als Charakteristikum für feste Körper die Verschiebungselastizität hingestellt wurde, so ist wohl zu beachten, daß damit nur vollkommene Elastizität gemeint ist. Nur wenn diese (z. B. bei dem Syrupfaden) vorhanden ist, wird die durch konstante Biegung oder Verdrillung geweckte elastische Gegenkraft dauernd ihre Größe behalten, andernfalls wird sie erschlaffen (Relaxation). Durch Bestimmen derjenigen Temperatur, bei welcher kein Spannungszustand dauernd ertragen wird, könnte man die Grenze zwischen dem festen und dem flüssigen Zustand des Syrupfadens feststellen[2].

Die Existenz einer Elastizitätsgrenze, somit der feste Zustand, ist unverträglich mit der kriechenden Bewegung der Moleküle,

[2] Versuche, die ich anstellte, diesen Punkt (bei Harzen) zu bestimmen, stießen auf die Schwierigkeit, daß in der Nähe desselben die elastische Nachwirkung außerordentlich groß ist, d. h. neben der sehr schwachen Elastizität beträchtliche innere Reibung auftritt



wie sie für den flüssigen Zustand angenommen wurde. In einem flüssigen Körper werden die Moleküle ihre kriechenden Bewegungen stets so ausführen, daß ein vorhandener Spannungszustand verschwindet, da sie durch die spannende Kraft angetrieben werden. Früher habe ich deshalb einen festen Körper als solchen definiert, in welchem keine Diffusion möglich ist. Sicherlich trifft dies zu für Diffusion gleichartiger oder wenig verschiedener Moleküle, während sich über die Möglichkeit der Diffusion völlig anders gearteter Moleküle (feste Lösungen) nichts aussagen läßt. Immerhin bleiben Fäden von Asphalt in durchsichtigem Harz, farbige Zuckerstreifen in farblosen Zuckerstangen, farbige Glasstreifen in farblosen Glaswaren beliebig lange Zeit völlig unverändert, was mich veranlaßte die Existenz „fester Lösungen" zu bezweifeln.

Die fließenden Kristalle können anscheinend — sofern sie isomorph sind — in einander diffundieren, wären also hiernach zu den Flüssigkeiten zu rechnen und als eigentliche „flüssige" Kristalle zu bezeichnen, sie nehmen aber freischwebend nicht Kugelform an, wie solche, sondern, z. B. bei Ausscheidung aus einem Lösungsmittel, gerundet-polyedrische Form, und scheinen insofern Elastizität zu besitzen, als sie nach Deformation von selbst wieder diese Normalform annehmen; indeß gilt dies eben nur von dieser Gleichgewichtsform. Ein beliebiges aus einem fließenden Kristall geschnittenes Stäbchen würde seine Form überhaupt nicht behalten, sondern von selbst — infolge der Wirkung der Oberflächenspannung — jene Gleichgewichtsform annehmen. Man hat es also nicht mit eigentlicher Elastizität zu tun, sondern wahrscheinlich mit einer Wirkung der inneren Reibung, welche die Expansivkraft nach verschiedenen Richtungen verschieden stark beeinträchtigt. Ich nenne deshalb die Kraft „Gestaltungskraft" und zähle die Gebilde erst dann zu den festen Kristallen, wenn sie wahre Elastizität zeigen. Zur genauen Ermittelung derselben müßte man die Oberflächenspannung beseitigen, d. h. die Kristalle in einem Medium von gleichem spezifischem Gewicht schweben lassen, an dessen Grenze die Oberflächenspannung Null ist, d. h. welches sich in beliebigem Verhältnis mit dem Kristall mischt. Ein solches Medium gibt es nicht, wenigstens nicht ein isotropes, denn die Mischbarkeit mit isotropen Flüssigkeiten ist stets sehr gering und schon solche geringe Beimischungen

stören die Struktur der Kristalltropfen in hohem Maße. Anisotrope Medien, welche in allen Verhältnissen mischbar sind, d. h. isomorphe kristallinische Flüssigkeiten ließen sich wohl auffinden, indeß würde deren eigene Gestaltungskraft die Beobachtung stören. Werden nämlich, wie angenommen, die Ecken und Kanten des Kristalls, entgegen der Wirkung der Oberflächenspannung, durch die Expansivkraft nach außen getrieben, so sollte man allerdings erwarten, daß sie für den Fall, daß die Oberflächenspannung Null ist, ins Unendliche sich ausdehnen würden. Ist aber die Umgebung ein isomorphes anisotropes Medium, so wirkt es dieser Ausdehnung mit gleicher Kraft entgegen, nur die Geschwindigkeit der Mischung, die Lösungsgeschwindigkeit dürfte wohl eine größere sein, wie ich solches auch bei starren Kristallen beobachtete (1876).[1] Für die dargelegte Auffassung spricht, daß man tatsächlich die Form der fließenden Kristalle durch die Wahl des umgebenden Mediums beeinflussen kann, speziell bei Paraazoxyzimtsäureaethylester. Ich fand, daß hier mit sinkender Temperatur, d. h. bei Ausscheidung aus minder konzentrierter Lösung Übergangsformen zur Kugel entstehen, was zum Teil zu erklären ist durch die Zunahme der Oberflächenspannung beim Abkühlen, zum Teil wohl auch durch Verminderung der inneren Reibung infolge von Aufnahme von etwas Lösungsmittel in die Kristalle durch Adsorptionswirkung (wie bei der künstlichen Färbung von Kristallen, der Bildung von Mischkristallen nicht isomorpher Stoffe usw.).

Von weiteren Versuchsresultaten sind folgende hervorzuheben:

1. Die spontane Homöotropie bewirkt (im Verein mit der Oberflächenspannung) beim Zusammenfließen nicht nur übereinstimmende Struktur, sondern erzeugt auch Bewegung durch Parallelrichtung abweichendgerichteter Teile und symmetrische Gestaltung der Komplexe. Gewöhnlich wird nicht die vollkommene Form erreicht, sondern es entstehen knorrige Gebilde.

2. Die spontane Homöotropie wird wirkungslos, wenn sich die Teile in Zwillingsstellung befinden, bei geringer Abweichung macht sich aber sofort die drehende Kraft geltend.

3. Durch erzwungene Homöotropie entstehen bei Paraazoxyzimtsäureaethylester (beim Anpressen des Deckglases) in-

---

[1] O. **Lehmann**, Zeitschr. f. Kristallogr. **1**, 470, 1877

folge der Adsorptionswirkung des Glases optisch einachsige (pseudoisotrope) Massen.

4. Durch Erhitzung (oder Beimischung von Kautschuklösung) kann diese Adsorptionswirkung des Glases aufgehoben werden. Alsdann erfolgt durch spontane Homöotropie kegelförmige Anordnung der Moleküle.

5. Durch Vermischung mit flüssigen Kristallen können eiförmige oder zweispitzig-cylindrisch und ähnlich gestaltete Schichtkristalle erhalten werden, auch Zwillingsbildungen aus Kristallen dieser Art.

6. Beim Herumfließen um Luftblasen macht sich Anisotropie bezüglich der inneren Reibung geltend. In bestimmten Stellungen fließen die Kristalle leicht herum, in andern schwer.

7. Merkwürdige wirbelförmige Kontaktbewegung zeigt sich an der Grenze der fließend-kristallinischen Modifikation des Cholesterylformiats und der stabilen festen Modifikation. An der Kontaktfläche mit der labilen festen Modifikation dagegen fehlt sie, auch wenn sich diese dicht daneben befindet. Sie beweist die Existenz einer Oberflächenspannung an der Grenze zwischen fester und flüssiger Substanz, für welche bisher ein gleich überzeugender experimenteller Nachweis fehlte, ferner deren Abhängigkeit von der Natur der ersteren. Daß auch die Natur der Flüssigkeit von Einfluß ist, kann man bei Cholesterylcaprinat erkennen, bei welchem die Wirbel auftreten bei Verwendung von Petroleum, nicht dagegen mit andern Lösungsmitteln.

8. Cholesterylcaprinat und verschiedene ähnlich zusammengesetzte Stoffe besitzen zwei fließend-kristallinische enantiotrope Modifikationen mit scharf bestimmter Umwandlungstemperatur.[1] Die dem niedrigeren Temperaturgebiet entsprechende Mod. II hat etwa doppelt so große Doppelbrechung wie die andere, tritt in größeren Individuen auf und wird leicht spontan pseudoisotrop. Meist erscheint sie bei der Umwandlung in regelmäßiger Orientierung gegen Mod. I.

---

[1] Dieselbe ist jedenfalls vom Druck abhängig und sehr stark von Beimischungen, so daß sie wohl zu Molekulargewichtsbestimmungen Verwendung finden könnte; sie liegt indeß unter dem Erstarrungspunkt, so daß sich die fließend-kristallinischen Modifikationen als monotrope bezüglich der festen verhalten. Durch geeignete Zusätze kann sie höher gelegt werden, so daß die Modifikationen in enantiotrope übergehen.



9. Aus der pseudoisotrop gewordenen fließend-kristallinischen Mod. II kristallisiert die Mod. I beim Eintritt der Umwandlung beim Erwärmen wie aus einer gewöhnlichen Lösung, aber in wurmförmig gekrümmten Kristallen oder Trichiten.

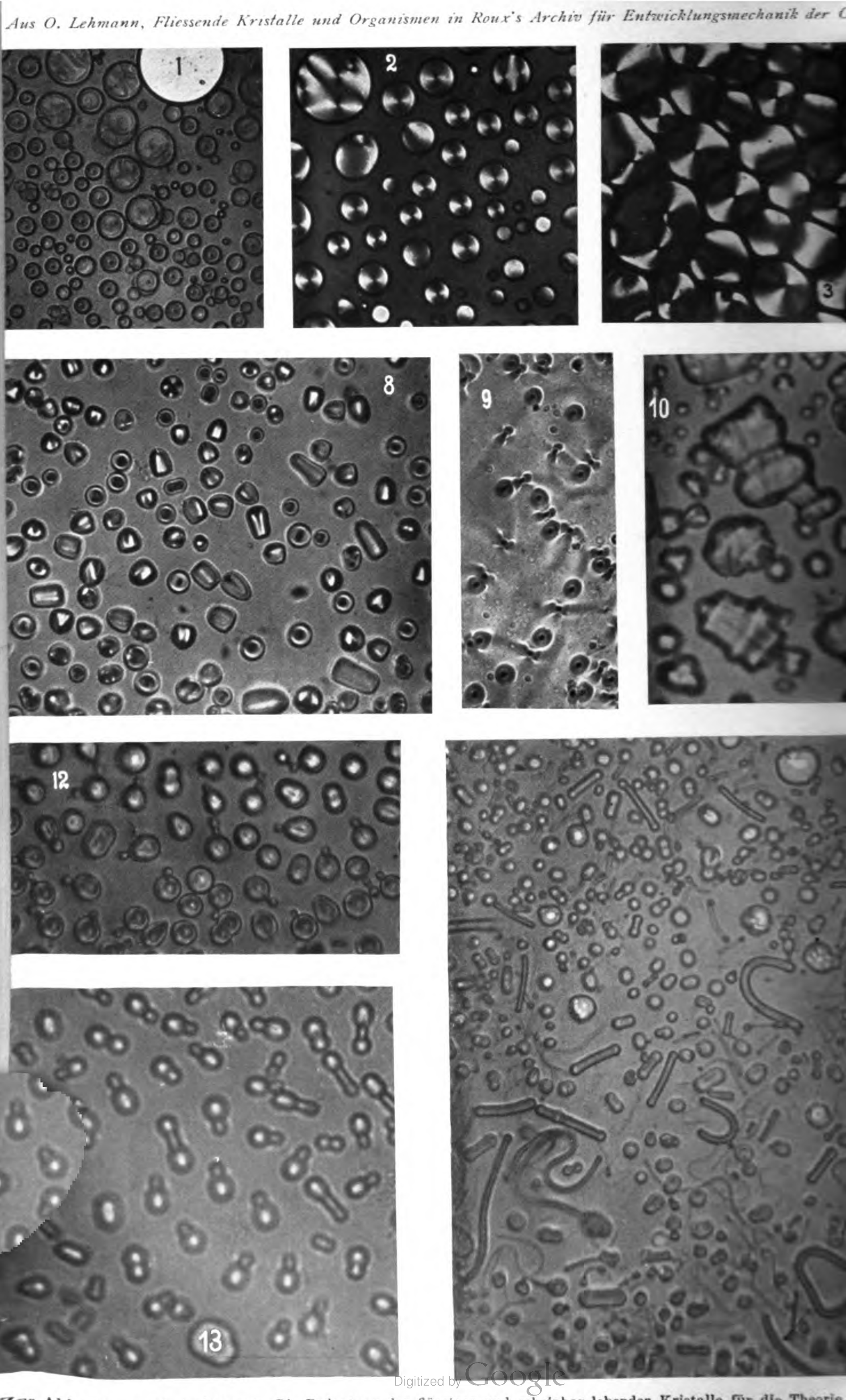
10. Die beiden fließend-kristallinischen Modifikationen können sich in beschränktem Maße in einander lösen und zwar ist das Mischungsverhältnis bestimmt durch die Temperatur (wahrscheinlich auch vom Druck abhängig) und von dem Gehalt an etwa beigemischten fremden Stoffen (z. B. Paraazoxyphenetol).

11. Durch Mischung der beiden genannten fließend-kristallinischen Modifikationen, sowie durch Mischung von flüssig-kristallinischem Paraazoxyphenetol mit Mod. II entstehen prachtvolle Farbenerscheinungen sowohl in gewöhnlichem Licht, wie auch namentlich zwischen gekreuzten Nicols, speziell dann, wenn die Masse (durch Drücken auf das Deckglas) pseudoisotrop geworden ist. Die Farbenerscheinung ist im allgemeinen mit Drehung der Polarisationsebene verbunden. Ihre theoretische Ableitung dürfte nach Ansicht von Herrn Dr. Siedentopf möglich sein im Anschluß an die Versuche von Christansen über Monochrome.

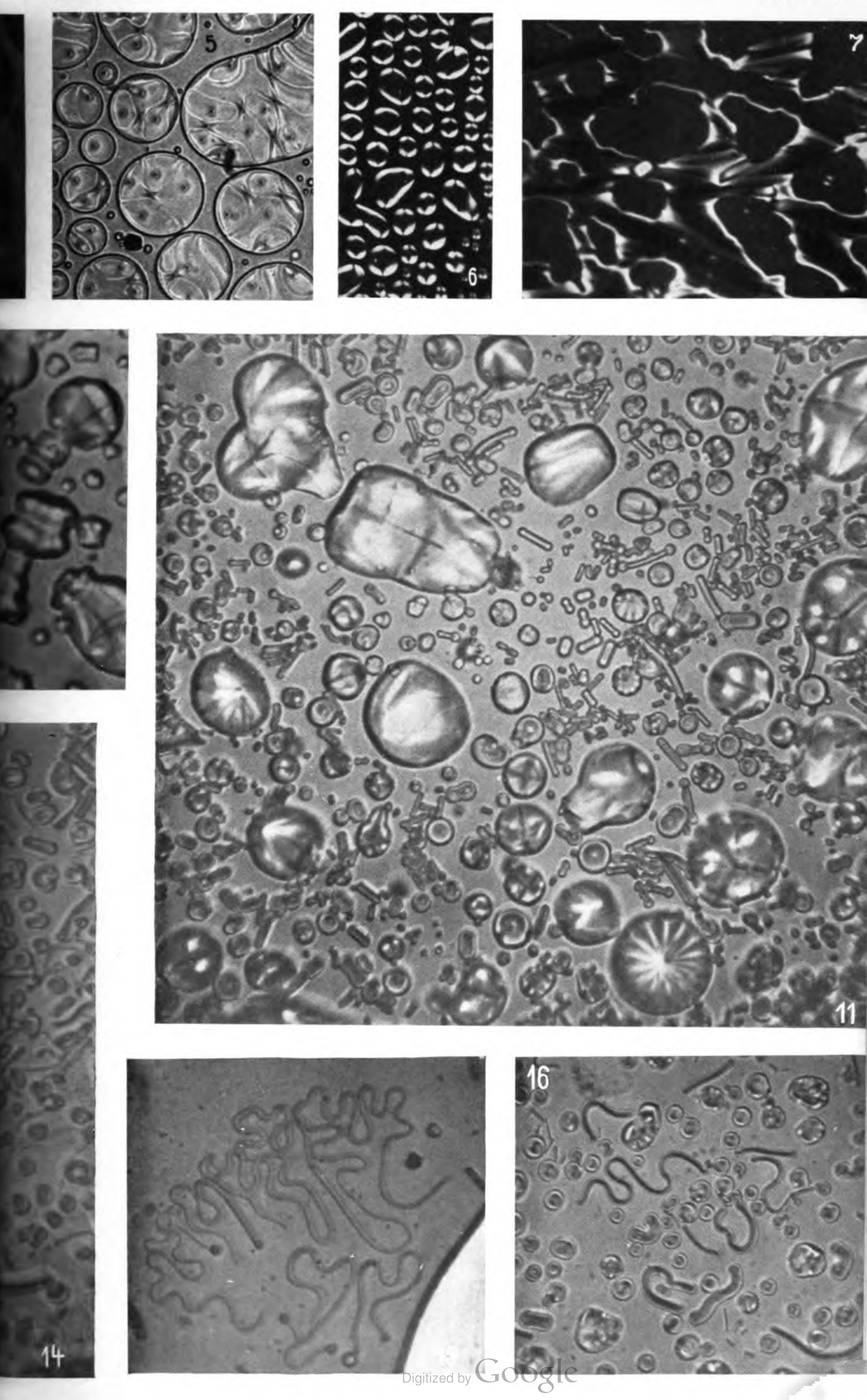
Bei Zusatz von Paraazoxyphenetol erscheinen die Höfe um die Kristallnadeln dieser Substanz wegen der dort herrschenden geringeren Konzentration in allen Farben des Spektrums.

12. Aus der auftretenden Farbe kann man auf das Mischungsverhältnis der beiden Modifikationen schließen, auch dann, wenn bei dem betreffenden Stoff im reinen Zustand nur eine der beiden Modifikationen auftritt. In solchem Fall läßt sich dann durch geeignete Zusätze das Mengenverhältnis derart abändern, daß auch die andere Modifikation zur Ausscheidung kommt.

13. Da in der Nähe der Umwandlungstemperatur die Farben von selbst auftreten, bestätigt die Erscheinung die oben dargelegte Ansicht, daß die Anomalien in der Nähe eines Umwandlungspunkts (Erstarrungspunkt, Siedepunkt) bedingt sind durch Mischung der beiden Modifikationen (Lösung der festen Modifikationen in der flüssigen, Lösung der flüssigen in der gasförmigen), welche nach der herrschenden Kontinuitätstheorie der Aggregatzustände unmöglich ist.



Zur Abhandlung: O. Lehmann, Die Bedeutung der flüssigen und scheinbar lebenden Kristalle für die Theorie


5
6
7
11
14
16

3. Flüssig-kristallinische Phasen.

Die Eigenschaften eines Kristalls sind im allgemeinen vektorielle, d. h. sie hängen von der Richtung ab; in einem Aggregat verschieden orientierter Kristalle (einer kristallinischen Phase) wechseln sie deshalb von Stelle zu Stelle für eine bestimmte Richtung, man kann nicht von Eigenschaften des Aggregats, einer Phase, sprechen. Eine Ausnahme machen die nicht von der Richtung abhängigen sogenannten skalaren Eigenschaften. Zu diesen gehören nach meinen Ergebnissen (im Gegensatz zu einer vielverbreiteten Auffassung): Löslichkeit, Schmelzpunkt und Dampftension, so daß eine Phase hinsichtlich derselben thermodynamisch als ein Körper betrachtet werden kann. Ferner ergaben meine Untersuchungen bezüglich der Phasen folgendes:

1. Die Stabilität monotroper flüssig-kristallinischer Modifikationen (deren Lebensdauer) kann durch Beimischungen erhöht werden, z. B. bei Ammoniumoleat durch Beimischung von Trimethylaminoleat.

2. Bei enantiotropen flüssig-kristallinischen Modifikationen kann ebenfalls die Stabilität durch Beimischung erhöht werden, z. B. bei Cholesterylbenzoat durch Benutzung von Olivenöl als Lösungsmittel, wobei zugleich, vermutlich infolge der Bildung von Oleat, die Größe der Individuen sich ändert, indem nicht mehr Mod. I, sondern Mod. II zur Ausscheidung kommt.

3. Bei Stoffen wie Paraazoanisol und -phenetol, welche ohne weiteres keine flüssig-kristallinische Phase bilden, kann eine solche erhalten werden bei Überkühlung isolierter Tropfen (in Glycerin) in dünner Schicht.

4. Bei verschiedenen Stoffen, welche wie die vorigen für sich keine oder keine beständige flüssig-kristallinische Phase bilden, kann eine solche gewonnen werden durch fremde Beimischungen, wie z. B. Paraazoxyphenetol oder Paraazoxyzimtsäureaethylester (speziell bei den neuen Präparaten von Vorländer[1] und Jaeger)[2]. Ebenso entsteht eine flüssig-kristallinische Phase bei Mischung von Paraazophenetol und -anisol.

5. Bei Paraazoxyzimtsäureaethylester ist das Existenzbereich der fließend-kristallinischen Modifikation so groß, daß es möglich

[1] D. Voländer, Ber. d. d. chem. Ges. 39, 803, 1906

[2] F. M. Jaeger, Ber. d. Kgl. Akad. Amsterdam, 21. Aug. 1906.

sein dürfte, deren Dampfdruckkurve festzustellen, die sich natürlich von der der isotropen Modifikation unterscheidet. Da Überkühlung möglich ist, kann sich bei derselben Temperatur aber verschiedenem Druck der Dampf zur einen oder andern Modifikation kondensieren, umgekehrt entsprechen dem gleichen Druck zwei verschiedene Kondensations- und Siedetemperaturen.

6. Nicht die Dampf- oder Lösungstension ist an krummen Flächen eine andere als an ebenen, sondern die Verdampfungswärme.

4. Scheinbar lebende Kristalle.

Am 23. November 1905 übersandte mir Professor Vorländer in Halle a. S. eine kleine Menge des von ihm hergestellten Paraazoxyzimtsäureaethylesters [1], bei welchem er die Existenz einer fließend-kristallinischen Modifikation festgestellt hatte, zu näherer Untersuchung. Das Ergebnis war ein überraschendes oder vielmehr verblüffendes. Beim Abkühlen der heiß gesättigten Lösung in sehr wenig Monobromnaphtalin entstanden fließende Kristalle von den merkwürdigsten Formen: einseitig abgeplattete Kugeln, gerundete Pyramiden und Prismen, bakterienartige Stäbchen, hantelförmige Verbindungen zweier Kugeln durch ein Stäbchen, lange vielfach gewundene Schlangen, eiförmige Köpfe mit verjüngt auslaufendem Schweif, komplizierte Rosetten usw. und die meisten waren teils in langsamer, teils in rascher drehender, kriechender oder schlängelnder Bewegung begriffen, so daß die photographische Aufnahme nur mittelst eines Apparates für Momentphotographie erfolgen konnte (Fig. 8 und 16 in polarisiertem Licht, 11—15 in natürlichem). Aus dem Dichroismus der Gebilde, ihrem Verhalten im polarisierten Licht, ihrer Fähigkeit zu wachsen und der geringsten deformierenden Kraft nachzugeben, läßt sich schließen, daß alle diese Gebilde fließende Kristalle sind, teils einfache Individuen, teils Zwillinge oder noch kompliziertere Aggregate. Da solche merkwürdigen Bildungen bei anderen fließenden Kristallen (zwei nahe verwandte Stoffe abgerechnet) nicht auftreten, können sie mehr als diese

---

[1]) S. D. Vorländer, Ber. d. chem. Ges. 39, 803, 1906 u. C. Bühner, Dissert. Marburg 1906. Bezugsquelle der Substanz: Dr. S. Gärtners pharmazeutisch-chemisches Laboratorium, Halle a. S.

zu weiterer Erforschung der Molekularkräfte beitragen. Vor allem kommen folgende Punkte in Betracht:

1. Die abgeplatteten Kugeln zeigen einen von der Mitte der Abplattung nach dem Kugelzentrum gehenden Strich, umgeben von einem grauen konischen Hof. Letzterer läßt sich nur deuten als Folge der Lichtbrechung in konischen den Strich umgebenden Molekülschichten. Durch Berechnung derselben ließe sich eine Gleichung zur Bestimmung der Beschaffenheit der Moleküle gewinnen.

2. Daß durch Kopulation zweier solcher Kugeln, je nachdem ihre Lage übereinstimmend ist oder nicht, Kugeln von gleicher Art, fazettierte Kugeln oder Doppelkugeln entstehen, weist ebenso wie die einseitige Abplattung der Kugeln (bezw. Pyramiden) auf hemimorphe Beschaffenheit der Moleküle hin und wesentlichen Einfluß derselben auf die spontane Homöotropie beim Zusammenfließen der Tropfen. (Zwillingsbildung hemimorpher Individuen in entgegengesetzter Lage.)

3. Die Entstehung zylindrischer Stäbchen an der Einschnürungsstelle der Doppeltropfen und das Auseinandertreiben der beiden Hälften durch das sich dazwischen schiebende Stäbchen (Schlangenbildung) kann nur erklärt werden durch außerordentlich große Anisotropie dieser fließenden Kristalle bezüglich der inneren Reibung, welche senkrecht zur optischen Achse etwa ebenso gering ist wie die des Wassers, parallel dazu aber derjenigen von steifem Syrup gleicht. Auch diese eigentümliche Anisotropie ist geeignet zur Aufklärung der Wirkungsweise der Molekularkräfte beizutragen.

4. Daß sich die Stäbchen von selbst teilen oder die kugelförmigen Tropfen an der Abplattungsstelle Knospen gleicher Art abschnüren können (Fig. 12 u. 13), weist darauf hin, daß die Molekularanordnung in den Stäbchen eine labile ist, was wohl damit zusammenhängt, daß die Moleküle hemimorph sind, nicht aber die Stäbchen. Das Bestreben zu hemimorpher Anordnung zu gelangen, führt zur Abschnürung, da die in entgegengesetzter Lage aneinander grenzenden hemimorphen Teile nur mit geringer Kraft aneinander haften.

5. Daß die Stäbchen und Schlangen, sobald sie mit einer Glasfläche in Berührung kommen, ihre gelbe Farbe verlieren und weiß erscheinen, zwischen gekreuzten Nicols schwarz, d. h. daß

sie ihre Struktur derart ändern, daß überall die optische Achse senkrecht zum Glas steht, läßt sich wohl kaum anders erklären als durch erhebliche Ausdehnung der Moleküle nach zwei Dimensionen senkrecht zur optischen Achse, so daß sie durch die adsorbierende Wirkung der Glasflächen dieser parallel gerichtet werden.

6. Die eigentümlichen Bewegungserscheinungen der stäbchen- und schlangenförmigen Gebilde (Fig. 11, 14, 15, 16), das Vorwärts- und Rückwärtskriechen, sowie die Schlängelbewegung, die zeitweilige Rotation der Kugeln usw. beruhen wohl auf Kontaktbewegung und Formänderung durch einseitiges Wachstum infolge der Anisotropie bezüglich der inneren Reibung. Da sie indeß nur bei den fließenden Kristallen des Paraazoxyzimtsäureaethylesters und zweier verwandter Stoffe auftreten, scheint weitere Aufklärung sehr nötig.

5. Kristalle und Organismen.

Auf der Wirksamkeit der Molekularkräfte beruhen jedenfalls das Wachstum und mindestens ein Teil der Lebensfunktionen der Organismen. Man hat deshalb vielfach nach Analogien zwischen Kristallen und Organismen gesucht, indeß nur eine beschränkte Anzahl solcher gefunden. Berücksichtigt man, daß die Stoffe, aus welchen Organismen bestehen, von gallertartiger oder zähflüssiger Beschaffenheit sind, so läßt sich erwarten, daß solche Analogien namentlich bei fließenden und flüssigen Kristallen zu finden sein werden. Dies trifft in der Tat zu. Ich habe dieselben in einer besonderen Abhandlung zusammengestellt.[1] Es genüge hier die Kapitelüberschriften anzugeben, da dieses Thema in das Gebiet des Biologen, nicht das des Physikers gehört: 1. Keim, 2. Wachstum, 3. Aufzehren, 4. Gestalt, 5. Regeneration, 6. Homöotropie, 7. Kopulation, 8. Selbstteilung, 9. Intussusception, 10. Bewegungserscheinungen, 11. Vergiftung, 12. Kreuzung. Die nähere Untersuchung dieser Analogien dürfte wohl geeignet sein, weiteres Licht in die geheimnisvolle Tätigkeit der Molekularkräfte zu bringen.

---

[1] Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen von W. Roux, **21**, Heft 3, 1906.

* * *

Wie diese flüchtige Zusammenstellung zeigt, hat die Entdeckung der flüssigen und scheinbar lebenden Kristalle zur Kenntnis einer Menge Tatsachen geführt, welche von jeder Molekulartheorie oder sonstigen Theorie der sogenannten Molekularerscheinungen und Molekularkräfte berücksichtigt werden müssen. Hierdurch dürfte es nicht nur möglich werden, ungeeignete Theorien auszuscheiden, sondern geradezu Anhaltspunkte zur Aufstellung einer zutreffenden Theorie zu gewinnen und dies wird um so leichter möglich sein, je mehr die Zahl der Tatsachen wächst.[1]

---

[1] Um Jedem die Ausführung von Versuchen in dieser Richtung zu ermöglichen, wozu vor allem ein sogenanntes Kristallisationsmikroskop (s. O. Lehmann, Zeitschr. f. Kristallographie I, Taf. V, Fig. 7, 1877 und Flüssige Kristalle, S. 27) gehört, habe ich zwei Firmen veranlaßt, solche Instrumente zu liefern. Einfache Mikroskope für subjektive Beobachtung können schon seit längerer Zeit bezogen werden von Voigt & Hochgesang (R. Brunnée) in Göttingen, vollkommenere, welche gleichzeitig Projektion der Erscheinungen ermöglichen, sowie Serien-Momentphotographie während der subjektiven Beobachtung konstruiert neuerdings die optische Werkstätte C. Zeiss nach Angaben von Herrn Dr. Siedentopf. Beide Firmen liefern auch die erforderlichen Präparate, sowie eine in Form eines Dreigesprächs abgefaßte, im Verlag von J. F. Schreiber in Eßlingen erschienene Anleitung zur Ausführung der typischen Versuche, ausgestattet mit zahlreichen farbigen Figuren im Text.



Meidinger

Heinrich Meidinger.

Von

Geh. Hofrat Dr. O. Lehmann.

Wann und wo ist Heinrich Meidinger gestorben? so schrieb an mich kurz und bündig vor einigen Jahren der Herausgeber eines bekannten biographisch-literarischen Handwörterbuchs der Physik. Die Möglichkeit, der Träger eines so viel genannten, in jedem elementaren Lehrbuch der Physik erwähnten Namens könne noch unter den Lebenden weilen, wurde von ihm gar nicht in Betracht gezogen. Dürfen wir ihm dies verargen? Keineswegs! Gerade seine reiche Erfahrung auf dem Gebiete der Physik führte ihn zu dem Trugschluss, ein Physiker, dessen Name in weiteren Kreisen Verbreitung gefunden und der nicht gerade eine sensationelle, auch dem Verständnis des Laien zugängliche Entdeckung gemacht hat, müsse längst begraben sein. In diesem Falle war ich aber in der glücklichen Lage antworten zu können, vor wenigen Tagen erst sei mir das Vergnügen zuteil geworden, einer Gesellschaft in Meidingers Hause anzuwohnen, bei welcher er samt seiner Frau Gemahlin sich sogar unter die tanzenden Paare gemischt habe, häufig könne man ihn beim Eislauf im Karlsruher Stadtgarten sehen, auch in seinem Berufe sei er in gewohnter Weise immer emsig tätig!

Der Grund der früh erreichten Popularität Meidingers ist zu suchen in der Art seiner Tätigkeit, die sich nicht auf dem Gebiete der reinen Physik bewegte, sondern auf dem Grenzgebiet zwischen Physik und Technik. Seine Erfindungen entsprachen vorhandenen, allgemein empfundenen Bedürfnissen, brachen sich deshalb rasch Bahn in der Praxis und so gehörte denn auch sein Name bald zu den bekanntesten.

Für den Karlsruher und speziell für die Mitglieder des Naturwissenschaftlichen Vereins war es auch seine Person. Noch jetzt glauben wir sein freundliches, durchgeistigtes Antlitz, dessen Bild die vorliegende Schrift ziert, wieder in den Sitzungen erblicken zu müssen, welchen er mit seltener Pflichttreue und Beharrlichkeit stets anwohnte und in welchen ihm als dem Sekretär des Vereins

naturgemäß ein Hauptteil der Arbeit zufiel. Dabei war es aber nicht besondere körperliche Rüstigkeit, die seinen Arbeitseifer bis zu so hohem Alter ungeschwächt erhielt, sondern nur sein eiserner Wille. Schon in seiner Jugend war er heimgesucht von einer schleichenden Krankheit, der Tuberkulose, der er schließlich am 11. Oktober 1905 zum Opfer fiel, aufs tiefste betrauert von seinen zahlreichen Freunden und nicht zum wenigsten von den Mitgliedern unseres Vereins, dem er durch eine lange Reihe von Jahren außerordentlich viele und wertvolle Dienste geleistet hatte.

Geboren am 29. Januar 1831 in Niederrad bei Frankfurt a. M. als Sohn des Pfarrers Johannes Meidinger, des bekannten Grammatikers, hat Meidinger zunächst das Gymnasium seiner Vaterstadt besucht bis Herbst 1849, um dann nach Gießen zu gehen, wo ihn sein Onkel, der bekannte Physiker Buff, ein Sohn des jüngsten Bruders von Werthers Lotte, in die Wissenschaft einführte. Er begann damit, die üblichen naturwissenschaftlichen Vorlesungen zu hören, wie sie für den Lehrberuf erforderlich sind, und promovierte 1853. Aber so wie jeder geniale Charakter, der bahnbrechend wirkt, kein Freund ist von Schablonen und Mode, so konnte sich auch unser Meidinger schon jetzt, zu Beginn seiner Laufbahn, nicht in die bestehenden Schranken hineinfinden; er hat sich selbst einen Weg gebahnt, unbekümmert um Vorteil oder Nachteil, allezeit treu seinen Idealen und wenigstens anfänglich unter den schwierigsten Umständen. Zu seinen Lehrern gehörte auch Justus v. Liebig, der Gründer des chemischen Laboratoriums, der ihm besonderes Interesse für Chemie eingeflößt hatte. Nachdem dieser einem Rufe nach München gefolgt war und dort keine Schüler mehr aufnahm, ging Meidinger auf $1^1/_2$ Jahre nach Heidelberg zu Bunsen. Schon der Besuch der ersten Weltausstellung in London 1851, sodann vor allem der der ersten Pariser Weltausstellung im Herbst 1855 erweckte aber in so hohem Maße sein Interesse für das Technische, daß er beschloß sich von nun an ganz der Technik zu widmen, freilich nicht als Ingenieur, sondern als Physiker. „Technische Physik", das war von nun an das Ziel seines Strebens, aber eine solche gab es nicht. Physik und Technik waren ehemals eins, technische Physik also eben nichts anderes. Da kam die Erfindung der Dampfmaschine. Mit scharfem Schnitte trennte sie die innig Verwachsenen, innig Zusammen-

gehörigen. Der Physiker, der in erster Linie die Wahrheit, den Zusammenhang und die Gesetze der Naturerscheinungen zu ergründen sucht, hatte keine Gelegenheit, sich mit den großen Maschinen der Praxis zu beschäftigen; dem Techniker, der vor allem die Lösung wirtschaftlicher Probleme erstrebt, fehlte die Zeit, sich in die subtilen Forschungen der Physiker zu vertiefen. Mächtig wuchsen beide Wissenschaften heran, aber immer mehr sich entfremdend. Die altehrwürdige philosophische Physik behauptete ihren ererbten Sitz an der Universität, die jung aufstrebende Technik gründete sich ihre eigene Hochschule. In diese Zeit fallen Meidingers Studienjahre. Selbstverständlich konnte auch er nicht erreichen, was andern versagt blieb, er konnte nicht zugleich Physiker und Techniker sein; aber er hielt fest an dem Gedanken der Zusammengehörigkeit und hatte durch seine nie rastende Arbeitsfreudigkeit und seinen Scharfblick das Glück, doch das scheinbar Unmögliche möglich zu machen.

Aus den gleichmäßig von Physik und Technik mißachteten Resten, welche bei der Teilung übrig geblieben waren, schuf er eine neue „technische Physik“ in seinem Sinn, und es war ihm noch vergönnt zu sehen, wie sich aus diesen bescheidenen Anfängen, anschließend an seine Arbeiten, in staunenerregend großartiger Entfaltung etwas Neues herausbildete, worin seine Ideale nicht nur verwirklicht, sondern weitaus übertroffen wurden — die heutige Elektrotechnik.

Jene mißachteten Teile der Physik und Technik waren das, was man heute Schwachstromtechnik (Telegraphie usw.) und Elektrochemie (Galvanoplastik usw.) nennt. Sie krankten an dem Mangel eines galvanischen Elements mit einer auf Monate konstanten Kraft. Hier war es, wo Meidingers Tätigkeit einsetzte.

Als Frankfurter militärfrei, blieb er zunächst bis Ostern 1856 in Paris und siedelte dann nach London über, wo er sich bis Ende des Jahres aufhielt, um sich im Technischen weiter auszubilden. Anfang 1857 kehrte er nach Heidelberg zurück, habilitierte sich dort für „Technologie“ und gründete am 4. Dezember sein eigenes Heim durch Verehelichung mit Elisabeth Glaub (geb. am 4. Dezember 1830). Seine erste Vorlesung „Elektrizität in ihren technischen Anwendungen“ behandelte einen Stoff, über welchen zum erstenmal an einer Hochschule vorgetragen wurde. Die heute allgemein verbreitete „elektrische Klingel“ war damals

noch kaum gekannt, Meidinger hat selbst (im Jahre 1857) das erst solche Läutewerk in Baden (in seiner Wohnung) eingerichtet. Dieses sowohl, wie auch namentlich eine elektrische Pendeluhr, die er von der Pariser Weltausstellung mitgebracht hatte, gab ihm Anlaß über Verbesserung der galvanischen Elemente nachzudenken. Das bekannte Element von Bunsen entwickelte unangenehme Dämpfe; beim Daniell'schen Element füllte sich bald die Tonzelle mit Kupfer aus und wurde gesprengt. Im Jahre 1859 gelang ihm durch sorgfältiges Studium der physikalischen Vorgänge im Element eine Konstruktion ohne Tonzelle zu erfinden, bei welcher die beiden spezifisch verschieden schweren Flüssigkeiten der Daniellschen Batterie allein durch ihr spezifisches Gewicht getrennt wurden. Hierdurch wurde es möglich, die Batterie in ganz gleicher Wirkung auf ein Jahr und mehr zu erhalten, das schwierige Problem war gelöst! Gürtler Bussemer in Heidelberg verfertigte die ersten Exemplare und die Verwendung erfolgte zunächst hauptsächlich im Eisenbahnsignaldienst, da hier die Verwendung von Ruhestrom nötig war, d. h. Signalgebung durch Öffnung des dauernd geschlossenen Stromes, damit von jeder Station zugleich an allen Stationen Mitteilung gemacht werden konnte und die Batterie nur an einem Orte aufgestellt zu werden brauchte.

Die Erfindung dieses heute allbekannten „Meidingerelements", dessen Überlegenheit über die zahllosen andern Konstruktionen bald erkannt wurde und welches auch noch heute, nach einem halben Jahrhundert, als das beste anerkannt ist, bedeutete einen wesentlichen Fortschritt in der technischen Anwendung der Elektrizität. So wie man von der Erfindung der Dynamomaschine die Geschichte der Starkstromtechnik zu datieren pflegt, so könnte man nicht mit Unrecht von der Erfindung des Meidinger-Elements an die Geschichte der praktischen Schwachstromtechnik rechnen. Aus dieser aber ist die Starkstromtechnik hervorgewachsen. Meidinger selbst hat sich mit Verbesserung der magneto-elektrischen Maschinen mit Erfolg befaßt; mit Erfindung der Dynamomaschine ist ihm freilich Werner Siemens zuvorgekommen.

Seine Bemühungen zur Verbesserung der Kleintechnik durch Anwendung physikalischer Gesetze brachten Meidinger naturgemäß in Berührung mit dem Gewerbeverein in Heidelberg, in welchem sich damals infolge der Einführung der Gewerbefreiheit

ein reges Leben zu entwickeln begann. Er wurde alsbald Mitglied desselben und hielt dort wiederholt Vorträge mit Experimenten, insbesondere sprach er an einer Reihe von Abenden über seinen Besuch der zweiten Weltausstellung in London 1862. Daneben hielt er auch Vorträge vor gemischtem Publikum, Damen und Herren, die ersten öffentlichen populären Vorträge, welche in Heidelberg gehalten wurden. Diese Tätigkeit gab den Anlaß zu seiner Berufung als Direktor der neugegründeten Landesgewerbehalle in Karlsruhe im Jahre 1865. Hier war er in erster Linie damit beschäftigt, die Bibliothek zu gründen, Ausstellungsgegenstände zu beschaffen und zu prüfen, zu beraten, sowie Vorlesungen im Saal der Anstalt zu halten. Die erst zu beschaffenden Werke der Bibliothek wurden nach einem neuen Plan, wie er bis dahin noch nicht existierte, geordnet nach drei Hauptgruppen, die dann wieder in zahlreiche kleinere Gruppen zerlegt wurden. Der Raum der Bibliothek, ursprünglich ein Zimmer, vergrößerte sich allmählich auf acht Zimmer von 338 qm Fläche, die Zahl der Nummern (mit viel mehr Bänden) auf 2300. Das Lesezimmer enthält heute bereits 50 Arbeitsplätze. Die Ausstellung hatte ursprünglich einen Raum von rund 400 qm; als mit Gründung der Kunstgewerbeschule in dem oberen Stock die Anstalt vergrößert wurde, stieg ihre Fläche ebener Erde auf 850 qm, welche sie heute noch besitzt. Als besonders wichtige Aufgabe betrachtete Meidinger in den ersten Jahren die Prüfung der Otto-Langenschen atmosphärischen Gaskraftmaschine, welche er 1867 beim Besuch der zweiten Pariser Weltausstellung kennen gelernt hatte. Er war in der Lage, eine halbpferdige Maschine dieser Art für die Ausstellung zu erwerben und fand sie bei mehrmonatlicher Untersuchung — im Gegensatz zu Hannoverschen Sachverständigen — sehr brauchbar. Sie verbreitete sich in der Tat rasch, bis sie 1877 von dem jetzigen neuen Motor von Otto verdrängt wurde.

Von Anfang seiner Karlsruher Tätigkeit an wurde er auch Mitglied unseres Naturwissenschaftlichen Vereins und Herausgeber der Verhandlungen desselben, welche durch die lange Reihe von 30 Jahren mit größter Gewissenhaftigkeit und Aufopferung von ihm redigiert wurden. In Anerkennung dieser Verdienste wurde er von dem Verein, wie bekannt, an seinem 70ten Geburtstage zum Ehrenmitglied ernannt. Im Jahre 1867 gründete er

ferner die „Badische Gewerbezeitung" nach dem Vorbild der in Darmstadt und in Stuttgart erscheinenden Gewerbeblätter, in den ersten Jahren als Monatsblatt — fast ganz von ihm selbst geschrieben — seit 1872 als Organ der badischen Gewerbevereine zweimal im Monat erscheinend und seit 1880 wöchentlich. Seine Bestrebungen legte er 1882 in einem größeren Artikel über den „Charakter eines Gewerbeblattes allgemeiner Richtung" dar und 1883 führte er die mit erster Jahresnummer regelmäßig erscheinenden „Organisationen zur Förderung des Gewerbewesens in Baden" ein und die mit jeder Nummer erscheinenden einfachen „kunstgewerblichen Abbildungen", welche anfangs auf eine Textseite gedruckt, seit 1887 aber auf besonderen Blättern beigegeben wurden. Erst Ende 1902 trat Meidinger in der Hauptsache von der Redaktion der Badischen Gewerbezeitung zurück, nachdem er angeregt hatte, daß für die Folge Jahresberichte über die einzelnen Gewerbe im Hinblick auf deren technischen Fortschritt von Fachleuten angefertigt werden sollten, deren bis heute schon eine erhebliche Zahl vorliegt. Von den mit dem Jahre 1884 begonnenen Meisterkursen, welche dazu bestimmt sind, Handwerksmeister in dem Fortschritt ihres Gewerbes zu unterrichten, rief Meidinger zwei ins Leben. Seit 1893 den elektrischen Kurs für Hausleitungen und Blitzableiter, sowie 1902 den Kurs für Hafner zur Belehrung über die richtigste Konstruktion der Tonöfen. Mit dieser Frage der besten Ofenkonstruktion, ein anderes in gleicher Weise von Physikern und Technikern mißachtetes Problem, hatte sich Meidinger ebenfalls schon seit Beginn seiner Karlsruher Tätigkeit eingehend befaßt. In physikalischer Hinsicht liegt eine gewisse Beziehung vor zu seinen Untersuchungen beim galvanischen Element und der Konstruktion der von ihm erfundenen kleinen Eismaschine für Haushaltungen und Zuckerbäckereien, deren vorteilhafte Wirkung ebenfalls auf richtiger Verwertung der Verschiedenheit des spezifischen Gewichts der Flüssigkeiten beruht. Auch die Zugkraft der Kamine beruht auf dem verschiedenen spezifischen Gewicht der heißen und kalten Luft und durch ein von ihm konstruiertes Modell eines Schornsteins konnte er deutlich die verschiedenen Unvollkommenheiten der üblichen Konstruktionen von Kaminen und Öfen nachweisen. An mehreren Dutzend verschieden konstruierter Öfen, die er selbst auf seinem Bureau bediente,

machte er eine Menge von Versuchen über den Nutzeffekt derselben, die geeignetste Beschaffenheit der Brennstoffe — er ließ solche zum Teil aus großer Ferne, sogar aus Amerika kommen — das Ausströmen giftiger Gase aus Öfen, die Ursache von Explosionen von Öfen, die Unabhängigkeit der Wirkung von der Höhe der Aufstellung usw. — Dinge über welche vorher nichts bekannt war. Ein ganz eigenartiges Problem legte ihm die Koldeweysche Polarexpedition vor, welche einen dauernd gut heizenden Ofen wünschte. Hierdurch gelangte er im Jahre 1869 zur Erfindung des unentbehrlich gewordenen Dauerbrandofens, der sich bald in verschiedenen Formen in der ganzen Welt eingebürgert hat, unter welchen der fast ein halbes Jahrhundert alte ursprüngliche „Meidingerofen" noch heute zu besten gehört.

Im folgenden Jahre, bald nach Ausbruch des Krieges 1870, wurde Meidinger von dem Vorstand des Badischen Frauenvereins aufgefordert, eine Militärwäscherei einzurichten und zu leiten für etwa 300 Kranke. Es geschah dies auf der Militärschwimmschule. Die Arbeit besorgten 24 Wäscherinnen, deren Unterweisung und Beaufsichtigung seine Frau übernahm. Als im November die frühe Winterkälte eintrat, konnte nicht mehr getrocknet werden; aber Meidinger wußte Rat. Er ließ einen hölzernen Schornstein bauen, in welchem ein konstanter Strom warmer Luft durch vier unten angebrachte Meidingersche Dauerbrandöfen unterhalten wurde. In diesem „Trockenturm" wurde die nasse Wäsche aufgehängt bis 11 m Höhe und, wie zu erwarten war, wurde sie durch die trockene warme Luft, welche oben als feuchte Luft den Schornstein verließ, rasch von ihrer Feuchtigkeit befreit. Die Anordnung erwies sich als so vorteilhaft, daß er auch beim Bau seines Hauses (Nowacksanlage 2) im Jahre 1873 einen solchen Trockenturm mit Transportanlage zum schnellen Ein- und Ausbringen der Wäsche einbauen ließ. Noch manche andere Meidingersche Konstruktionen fanden dabei praktische Ausführung, so die Einrichtung besonderer Kamine in jedem Stockwerk, welche dauernd guten Zug und nie Rauch in dem Zimmer erzeugen (das erste Beispiel), die Verbindung der Abortgrube mit einem besonderen Zugkamin zwischen Feuerkaminen, wodurch die Aborte völlig geruchlos wurden, die Bekleidung der Außenmauer eines Schlafzimmers mit schlechtem Wärmeleiter

und die ausschließliche Verwendung von rheinischen Tuffsteinen für die Zwischenwände, eingemauerte völlig verborgene feuerfeste Kassenschränke in jedem der drei Stockwerke, ein Hand-Kohlenaufzug vom Keller bis zum Dach durch sämtliche Küchenräume geführt und anderes mehr. Die Zeitschriften des Gewerbevereins und des naturwissenschaftlichen Vereins enthalten die Berichte über zahlreiche weitere Erfindungen und Studien, die er als Vorstand der Landesgewerbehalle auch unmittelbar für die Praxis fruchtbar machen konnte.

Vorträge hielt Meidinger in den ersten 10 Jahren ausschließlich in dem an 200 Personen fassenden Saal der Landesgewerbehalle für das gesamte Publikum; später, als wegen Einrichtung der Kunstgewerbeschule dieser Saal nicht mehr zur Verfügung stand, im Karlsruher Gewerbeverein, sowie auswärts in 42 Gewerbevereinen des Landes, zumeist unter Vorzeigung und Ausführung von Versuchen. Den letzten zweistündigen Vortrag kurz vor seinem 70ten Lebensjahre hielt er in Villingen über „Gas oder Elektrizität". Im Naturwissenschaftlichen Verein hielt er im ganzen 125 Vorträge, über welche in den Verhandlungen berichtet ist. Ferner hielt er als Mitglied Vorträge in dem Karlsruher und in dem Mannheimer Bezirksverein deutscher Ingenieure, in dem hiesigen Architekten- und Ingenieurverein, sowie in dem Frankfurter „Technischen Verein", der ihn auch zu seinem Ehrenmitglied ernannte. Besonders zu erwähnen sind zwei Vorträge, die er bei den Versammlungen des Deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege hielt: 1895 in Stuttgart über „Gasheizung im Vergleich zu anderen Einzelheizsystemen" und 1899 in Nürnberg über die „Rauchbelästigung in Städten", auch noch ein Vortrag in der Jahresversammlung der Zentralstelle für Arbeiterwohlfahrtseinrichtungen in Berlin, Mai 1894, über die „Stauberzeugung in Haarschneidereien". Verschiedene Vorträge wurden auf Veranlassung des Frauenvereins sowie des Vereins für Volkshygiene gehalten im Karlsruher Rathaussaal. Im Frühjahr 1882 berichtete er auf Wunsch der Großherzoglichen Herrschaften vor diesen und geladenen Gästen in Baden über die Entwicklung der elektrischen Beleuchtung mit Hinsicht auf die erste internationale elektrische Weltausstellung in Paris 1881, welche er besucht hatte.

Den Ausstellungen hatte Meidinger überhaupt stets

besonderes Interesse gewidmet. Alle europäischen Weltausstellungen: 1867 Paris, 1873 Wien — wo er als Preisrichter tätig war — 1878 Paris, 1889 Paris, 1900 Paris wurden von ihm eingehend studiert; ebenso verschiedene deutsche Ausstellungen, darunter diejenigen in Karlsruhe: 1877, 1886, 1894, über welche er die Kataloge als vorbildliche Muster anfertigte.

Im Nebenamt war er seit 1869 als Lehrer an der Technischen Hochschule tätig, indem er zunächst einen Teil der früher von Prof. Dr. Karl Seubert gehaltenen Vorlesungen (Heizung und Beleuchtung, Glas- und Thonwarenindustrie) übernahm und sie später durch Vorlesungen über Anwendung der Elektrizität erweiterte. Am 11. Juli 1874 wurde ihm der Titel eines ordentlichen Professors der technischen Physik verliehen, für welches Fach bis dahin kein Lehrauftrag bestand mit Sitz und Stimme im großen Rat, allerdings ohne Gründung eines eigenen Lehrstuhls. Zuletzt las er über Heizung und Ventilation der Wohnräume, Dynamomaschinen im Hinblick auf ihre Verwendung und ältere Anwendungen der Elektrizität (Blitzableiter, Galvanoplastik, Telegraphie und Telephonie). Er war mit 75 Jahren der älteste Lehrer der Technischen Hochschule.

Eine reiche, man möchte sagen überreiche Tätigkeit ist Meidingers Lebenswerk! Mit Stolz konnte er darauf zurückblicken in den letzten Jahren, da natürlich das Alter seinem Wirken eine Grenze setzte. Manchmal erfüllten ihn da Todesahnungen. Dann gewährte er mir wohl einen tiefen Einblick in sein Herz, das Trost fand in dem Bewußtsein, stets so gehandelt zu haben, wie es echt christlicher Sinn vorschreibt. In der Tat, er liebte Gott, denn er liebte die Menschen und er diente Gott, denn er gebrauchte seine Kräfte dazu, wozu sie uns gegeben sind, zu treuester Pflichterfüllung in selbstlosem Bemühen für das Wohl der Gesamtheit. So mußte ihm der Abschied leicht werden!

Von Seiner Königlichen Hoheit dem Großherzog wurde er mehrfach durch Titel und Orden ausgezeichnet: 1891 wurde er zum Hofrat ernannt, 1902 zum Geheimen Hofrat, 1875 erhielt er das Ritterkreuz I. Klasse des Ordens vom Zähringer Löwen, desgleichen mit Eichenlaub 1894, Ende 1904 beim Abschied von der Landesgewerbehalle das Kommandeurkreuz II. Klasse des Ordens vom Zähringer Löwen.

Naturgemäß erwarb sich Meidinger schon durch seine ausgedehnte Berufstätigkeit, die ihn mit sehr vielen Personen in Berührung brachte, durch sein liebenswürdiges und bescheidenes Wesen eine große Zahl von Freunden, wohl auch durch seine Vorliebe für Geselligkeit. Die gesellschaftlichen Unterhaltungen in seinem Hause waren in der Regel besonders gewürzt durch Vorführung von allerlei physikalischer Kurzweil; sehr gerne führte er auch seine Gäste in die freie Natur und jeder Teilnehmer an diesen fröhlichen Ausflügen der sog. „Meidinger-Gesellschaft" wird stets mit großem Vergnügen daran zurückdenken. Ein besonderer Festtag war alljährlich die Feier seines Hochzeitstages. Gelegentlich der Silberhochzeit bereitete er den Gästen eine besondere Überraschung durch Ausschmückung seiner Wohnung mit den eben erst erfundenen, in Karlsruhe noch vollkommen unbekannten Edisonschen Glühlampen, für welche den Strom eine auf der Straße aufgestellte Lokomobile mit Dynamomaschine lieferte, vom Publikum mit einiger Entrüstung als verspätet arbeitende, die Nachtruhe störende Grubenentleerungsmaschine betrachtet. Als ihn die Last der Jahre nötigte, auf solche Veranstaltungen zu verzichten und die Einladung zur Hochzeitsfeier ausblieb, fand sich die Gesellschaft dennoch ein und jeder brachte etwas dazu Nötiges mit, sodaß das Fest zu Meidingers größtem Erstaunen ganz ohne sein Zutun dennoch stattfand und ganz den gewohnten Verlauf nahm! Ein schönes Zeugnis für die überaus herzlichen Beziehungen der Familie Meidinger zu ihren Freunden.

Auch für den Fernerstehenden kam diese Anhänglichkeit und Hochschätzung zum Ausdruck durch die zahlreiche Beteiligung bei Meidingers Begräbnisfeier im Krematorium des hiesigen Friedhofs am 13. Oktober 1905 und durch die dabei gehaltenen Ansprachen, die ausklangen in die Worte: „Wir werden es nicht mehr sehen, das liebe Gesicht mit den allzeit klaren Augen, wir werden ihm nicht mehr die Hand drücken können, dem freundlichen Kollegen mit den Silberhaaren, dem jugendfrischen Herzen, der so gerne weilte im Kreise lebensfroher Jugend, dessen Freude es war, wenn er andere im Glück sah oder wenn er sie irgend erfreuen konnte, aber er wird fortleben in unserem Herzen, er wird fortleben in der Geschichte der Wissenschaft als leuchtendes Vorbild für die Nachwelt. Ehre seinem Andenken!"

